This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

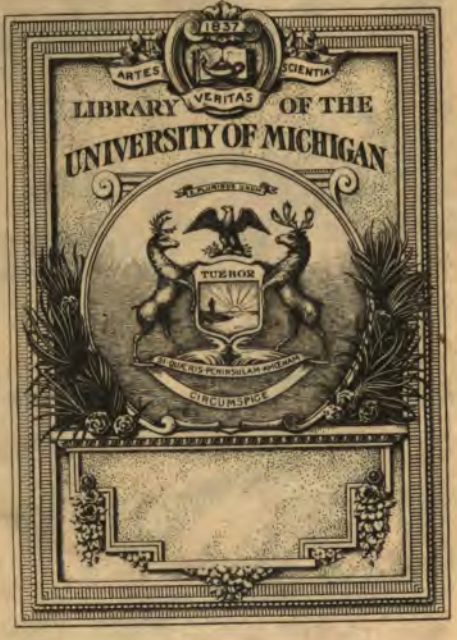
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

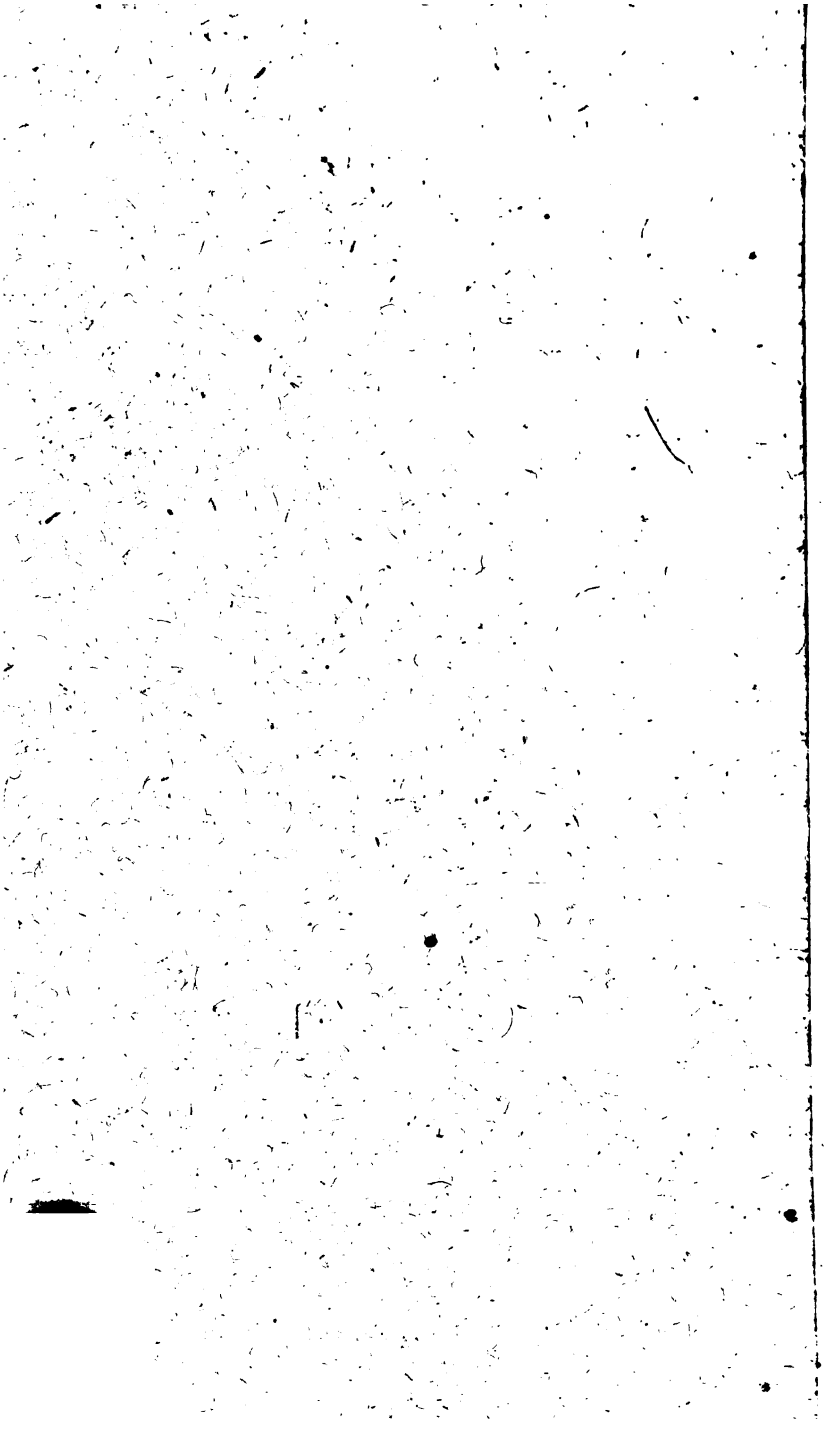
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE



QC
19
.S574
1784

DESCRIPTION

ET USAGE

D'UN CABINET

DE

PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.

TOME SECOND.

M. ROULAND *commence tous les ans ſes Cours de Phyſique après la Saint Martin, dans ſon Cabinet de Machines, rue Saint-Jacques, près Saint Yves, maiſon de l'Univerſité.*

DESCRIPTION

ET USAGE

D'UN CABINET

DE

PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE,

Par M. SIGAUD DE LA FOND, *Profeſſeur de Phyſique expérimentale, Membre de la Société Royale des Sciences de Montpellier, des Académies d'Angers, de Baviere, de Valladolid, de Florence, de Saint-Pétersbourg, &c.*

Seconde édition revue, corrigée & augmentée par M. ROULAND, Profeſſeur de Phyſique expérimentale, & Démonſtrateur en l'Univerſité de Paris.

2 vol. in-8°. avec fig. 17 liv. brochés.

TOME SECOND.

A PARIS,

Chez GUEFFIER, Imprimeur, rue de la Harpe.

M. DCC. LXXXIV.

Avec Approbation, & Privilége du Roi.

DESCRIPTION

Library cons.
Perella
5-22-24
9749

ET USAGE D'UN CABINET DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.

SECTION SEPTIEME.

Des Appareils néceſſaires pour démontrer les propriétés de l'air.

L'AIR peut être conſidéré comme *principe* ou comme *mixte*. Nous diviſerons donc cette Section en deux principaux articles.

ARTICLE PREMIER.

Des Appareils propres à démontrer les propriétés de l'air principe.

L'air compris dans les mixtes doit être considéré sous deux états.

L'AIR compris dans les mixtes doit être considéré sous deux états bien différens. Prodigieusement attenué, divisé, on le trouve interposé entre les molécules de ces mixtes, d'où on le retire par quantité de moyens que nous indiquerons par la suite & qui n'altérent point leur constitution intime.

Cette espece d'air n'est point différente de celle que nous nommons *atmosphérique*, & dont nous parlerons dans l'article suivant. On ne peut au contraire obtenir l'air principe dont il est ici question, que par des moyens qui détruisent la texture du mixte & qui le décomposent.

Moyens d'obtenir l'air principe.

Les moyens connus jusqu'à présent, sont 1°. la *distillation*, & c'est celui dont M. *Hales* s'est servi pour retirer cette espece d'air des différens corps, pris indistinctement dans les trois regnes de la Nature.

2°. *La fermentation vineuse* & *la fermentation putride*. On remarque en effet, dans l'une & dans l'autre, une quantité prodigieuse de ce principe qui se dégage des

corps. Voyez ce qui ſe paſſe dans les endroits où l'on prépare la biere, le cidre & autres liqueurs de cette eſpece; voyez ce qui arrive dans les celliers où l'on tranſporte la vendange & où on la laiſſe fermenter, cuver, pour faire le vin, & vous obſerverez qu'il s'éleve au-deſſus de la matiere en fermentation une quantité prodigieuſe de fluide aériforme, qui remplit la cuve, excede ſouvent ſes bords, & ſe porte même à une diſtance plus ou moins éloignée, où il ſe mêle à l'air atmoſphérique, & décele ſa préſence par nombre d'effets dont nous parlerons plus bas. Le célebre *Macbride* a obſervé un phénomène ſemblable, & à vu une quantité prodigieuſe du même principe ſe ſéparer des ſubſtances animales & végétales attaquées de fermentation putride.

3°. Enfin *l'effervescence*, ou ce mouvement inteſtin qui a preſque toujours lieu lorſqu'on mêle deux ſubſtances qui tendent à ſe pénétrer & à ſe combiner réciproquement. Cet effet ſe remarque particuliérement, quand on voit une quantité étonnante d'air principe ſe dégager, & ſe porter au-dehors lorſqu'on verſe un acide ſur une ſubſtance alkaline ou métallique; & c'eſt même le moyen que nous employons plus fréquemment pour obtenir ce principe

dont nous nous proposons d'exposer les propriétés.

Sa quantité dans les mixtes.

En considérant la quantité étonnante de ce fluide qu'on obtient dans les trois circonstances que nous venons d'indiquer, on voit que c'est le principe le plus abondant des mixtes; & il l'est au point d'occuper, lorsqu'il en est dégagé, un espace qui excede de 200 à 500 fois le volume du corps qui vient de le fournir.

Sa dénomination d'air fixe.

Il faut donc, lorsqu'il est dans son état de combinaison, qu'il soit, pour ainsi dire, dépouillé de sa force expansive; qu'il soit comme dans une espece d'état de fixité, qui suspende l'effort qu'il pourroit faire pour se mettre au large & prendre le volume qu'il acquiert au moment où il se dégage. C'est ce qui a donné lieu aux Physiciens de le désigner sous le nom d'air fixe, pour le distinguer de l'air atmosphérique avec lequel *Van Helmont* & plusieurs anciens Chimistes le confondoient.

Nous avions décrit, dans la premiere édition de cet Ouvrage, plusieurs appareils très-propres, à la vérité, à obtenir ce principe aériforme, & à en démontrer les propriétés. Nous ne connoissions alors que ces sortes d'appareils que nous avions tirés de l'excellent Ouvrage de M. *Hales*, intitulé *la Statique*

des Végétaux, & des Opuſcules phyſiques & chimiques de M. *Lavoiſier;* mais comme ils ſont très-compliqués, d'un ſervice difficile & la plupart hors de la portée du commun des Phyſiciens, nous croyons que nos Lecteurs verront avec plaiſir que nous les avons réformés, pour leur en ſubſtituer d'autres auſſi exacts, beaucoup plus ſimples, & d'un ſervice bien plus commode, dont le docteur *Prieſtley* nous a fourni l'idée; mais que nous avons perfectionnés & mis à la portée de tous ceux qui voudront s'occuper de cet objet.

Nous ne pouvons, dans un Ouvrage tel que celui-ci, donner à cette matiere toute l'étendue dont elle eſt ſuſceptible. Nous ne pouvons nous arrêter à conſidérer les propriétés variées des différentes eſpeces d'air fixe dont le docteur *Prieſtley* nous a aſſigné les différences & les caracteres. Nous ne pouvons aſſez inſiſter ſur ces différens principes aériformes pour faire obſerver que leurs propriétés varient à raiſon des différentes ſubſtances dont on retire ce principe, & ſouvent même à raiſon des procédés différens qu'on emploie pour le dégager. Le même corps en effet, de la limaille de fer par exemple, fournit un principe bien différent, dont les qualités ſont fort éloignées de ſe reſſembler, lorſqu'on

l'attaque & qu'on la décompose avec l'acide nitreux, avec l'acide vitriolique ou marin. Il est à présumer cependant & plusieurs observations tendent à prouver que, quelque différence qu'on remarque entre les qualités de ces fluides aériformes, ils sont tous de même nature ; que ce principe est unique dans tous les corps ; mais qu'il prend des qualités différentes ; qu'il se masque de différentes manieres, suivant la diversité des substances auxquelles il s'unit au moment de son dégagement. On trouvera des détails satisfaisans & suffisamment étendus sur cet objet dans un Ouvrage que nous avons publié en 1779, sous le titre *d'Essai sur différentes especes d'air, qu'on désigne sous le nom d'air fixe.* Nous nous bornerons ici à exposer & la maniere de dégager & d'obtenir ce principe, & les propriétés de celui auquel on a conservé par préférence le nom *d'air fixe.* Quant à ses différentes especes, nous croyons devoir renvoyer le Lecteur à l'Ouvrage que nous venons de citer, ou au premier Volume de notre Dictionnaire de Physique.

Matériaux qu'on emploie pour dégager l'air fixe proprement dit.

On peut retirer l'air fixe proprement dit de différens corps ; mais on se sert plus communément de craie & d'acide vitriolique suffisamment alongé d'eau. Lorsque cet acide

eſt très-concentré, nous mêlons dans un vaiſſeau, propre à ſouffrir le degré de chaleur qui s'excite alors, cinq parties d'eau & une partie de cet acide. On ſe ſert favorablement à cet effet de ces vaiſſeaux qu'on connoît en Chimie ſous le nom de *matras*, & on emploie les appareils que nous allons décrire pour dégager & retirer le principe dont nous voulons démontrer les propriétés.

PREMIER APPAREIL.

Cuve & ſes dépendances pour obtenir l'air principe de la craie. Fig. 1.

AB (Pl. I. fig. 1.) eſt un vaiſſeau de métal, de tôle, bien couvert de vernis gras en dedans & en dehors pour qu'il puiſſe réſiſter ſuffiſamment à l'action des acides. Ce vaiſſeau, auquel on donne le nom de cuve, eſt de forme ovale. Il a quinze pouces de longueur, dix de largeur dans la partie la plus évaſée & neuf pouces de profondeur. C'eſt une planche de même matiere, mais fort épaiſſe, pour quelle ne cede point ſous le poids des vaiſſeaux pleins d'eau qu'elle eſt obligée de porter. Elle eſt fixée à deux pouces de profondeur dans la cuve, par le moyen d'une bague ſoudée à celle-ci. Cette Planche doit être toujours couverte d'eau de la hauteur d'une ligne au moins. On y remarque 1°. une rainure à jour *b*, de près de trois pouces de longueur, Planche I.

Planche I. ſur ſix à ſept lignes de largeur. 2°. Un trou circulaire *a* de ſix lignes de diamètre, au-deſſous duquel eſt adaptée & ſoudée à la Planche C une eſpece d'entonnoir ou de calotte creuſe de deux à trois pouces de diamètre, & percée d'un trou ſemblable & correſpondant au trou *a*. La Planche C doit être coupée de maniere qu'elle ſuive le ceintre de la cuve & qu'elle ait environ ſept pouces de longueur depuis le fond de la cuve juſqu'à ſon bord.

Au côté oppoſé de la cuve, on voit un robinet D. Il doit être placé de maniere que ſon ouverture excede de deux lignes la ſurface ſupérieure de la Planche C & il ſert à vider la cuve lorſqu'elle eſt trop pleine. Le baſſin R placé au-deſſous de ce robinet reçoit l'eau à proportion qu'elle en ſort.

E eſt un flacon ordinaire de criſtal, ſur l'épaule duquel on pratique un petit trou *d* de quatre lignes environ de diamètre. C'eſt dans ce vaiſſeau qu'on renferme la craie groſſiérement triturée dont on veut retirer l'air fixe. L'ouverture du col de ce flacon eſt fermée par un bouchon de liége qui y entre à frottement. Celui-ci eſt percé ſelon ſa longueur pour recevoir, & pareillement à frottement, l'une des branches d'une eſpece de ſiphon F G H, recourbé de maniere que ſon

autre branche, noyée dans la cuve, & recourbée de bas en haut, revienne dans la rainure *b*, à niveau de la ſurface ſupérieure de la Planche C. Au-deſſus de l'ouverture de ce ſiphon l'on place, & dans une ſituation renverſée, un flacon de criſtal I à gros goulot & plein d'eau, ayant ſoin de mettre de côté & à ſa portée le bouchon de ce flacon. Planche I.

USAGE de ces Appareils.

Les choſes étant diſpoſées comme on les voit dans la figure, on verſe de l'acide vitriolique préparé, c'eſt-à-dire ſuffiſamment alongé d'eau, par le trou *d*, pratiqué ſur l'épaule du flacon E. On le verſe par le moyen d'une petite burette de criſtal, munie d'un tube communiquant A (Pl. 1. fig. 2.). Auſſi-tôt il ſe fait une efferveſcence violente dans le flacon E, & l'air fixe ſe dégage. On bouche alors avec le pouce ſeulement l'ouverture du flacon, & on voit le fluide aériforme, jouiſſant de ſa force expanſive, ſe porter, par le moyen du tube communiquant, dans le flacon I, s'élever ſous la forme de bulles plus ou moins groſſes, & déplacer l'eau dont il eſt rempli. Plus l'efferveſcence eſt bruſque, plus l'air fixe ſe dégage promptement & abondamment. Bientôt ce dégagement ſe raleptit, Fig. 2.

Planche I. les bulles diminuent en nombre & en groſſeur. On les excite alors ſoit en verſant de nouvel acide dans le flacon E, ſoit en agitant la craie avec une baguette qu'on introduit par le trou *d*; mais on n'emploie favorablement ce ſecond moyen que lorſqu'on s'apperçoit qu'il reſte de la craie qui n'a point été attaquée par l'acide.

On proportionne la quantité de craie & d'acide à celle de l'air fixe qu'on veut recueillir. On ſubſtitue au flacon I lorſqu'il eſt plein d'autres flacons ſemblables, pareillement remplis d'eau & qu'on a ſoin de diſpoſer convenablement pour pouvoir les ſaiſir à propos. Ce qu'on doit obſerver ſur-tout ici, c'eſt de bien boucher ces flacons, avant de les retirer, & de les mettre en réſerve. Pour cela, on les fait gliſſer ſur la tablette C, & on les amene au-delà de cette tablette dans l'eau, leur ouverture toujours renverſée, & on y introduit le bouchon de bas en haut, en plongeant la main dans l'eau de la cuve.

Analogie de ce principe avec l'air atmoſphérique.

Si on compare ce fluide aériforme avec l'air atmoſphérique, il en a toutes les propriétés apparentes. Comme ce dernier, il eſt extrêmement fluide, diaphane, tranſparent ſuſceptible de condenſation & de raréfaction. Il ſe dilate par la chaleur & ſe condenſe par

le froid. Comme l'air atmoſphérique, il eſt doué de peſanteur & même ſa peſanteur eſt ſupérieure à celle de l'air commun, ainſi que nous l'avons démontré, à l'aide d'un appareil particulier que nous avons imaginé à cet effet, & que nous avons décrit dans notre *Eſſai ſur les différentes eſpeces d'air*, mais dont nous ne faiſons point uſage ici, n'ayant pas deſſein de déterminer avec préciſion la différence entre leurs peſanteurs ſpécifiques. Une expérience plus ſimple & moins embarraſſante à faire, nous ſuffira pour conſtater la certitude de ce fait : mais nous obſerverons auparavant que les propriétés qui diſtinguent ſinguliérement l'air fixe de l'air atmoſphérique, ſont de deux eſpeces ; les unes dangereuſes, déléteres ; les autres utiles & précieuſes à l'humanité. Ce ſont les deux points de vue ſous leſquels il convient de conſidérer ce fluide aériforme. Planche I. Diſparités entre ces deux fluides.

Parmi les qualités de la premiere claſſe appartenantes à l'air fixe, nous nous arrêterons aux deux ſuivantes. 1°. Il ne peut, comme l'air atmoſphérique, concourir à la combuſtion des corps : il éteint la flamme de ceux qui ſont enflammés. 2°. Il détruit le principe de la vie, & ſuffoque les animaux qui le reſpirent.

Planche II. Veut-on démontrer qu'il éteint les lumieres qu'on plonge dans ſon atmoſphère ? on ſe ſert d'un appareil on ne peut plus ſimple, & qui ſert à prouver en même tems que l'air fixe eſt plus peſant que l'air atmoſphérique.

SECOND APPAREIL.

Appareil pour démontrer que l'air fixe eſt plus peſant que l'air ordinaire & qu'il éteint les lumieres. Fig. 1.

Ayez une eſpece de caraffe à l'angloiſe A (Pl. II, fig. 1) ou une bouteille ordinaire, mais telle qu'on puiſſe la retourner dans la cuve décrite ci-deſſus ; un vaiſſeau, en un mot, dont le col ſoit alongé & non étranglé, comme celui d'un flacon ordinaire : ayez outre cela un vaiſſeau cylindrique de criſtal B de douze à quinze pouces de hauteur, & de douze à quinze lignes de diamètre, avec un bout de bougie, attaché à l'extrémité d'un fil de métal recourbé C, & aſſez long pour qu'on puiſſe porter la bougie au fond du vaiſſeau B ; & l'appareil ſera complet.

USAGE de cet Appareil.

Rempliſſez d'air fixe le vaiſſeau A, ſoit en le recevant dedans, lorſque vous le dégagerez, ſoit en faiſant paſſer dans ce vaiſſeau celui qu'on a reçu précédemment dans un flacon. Dans ce dernier cas, on remplit d'eau le vaiſſeau A dans la cuve, on l'y renverſe, & on

amene ſon ouverture ſur le trou *a* de la ta- Planche
blette C de la cuve. Cela fait, on plonge per- II.
pendiculairement dans l'eau de la même cuve un flacon rempli d'air fixe, pour l'y déboucher. Dès qu'il eſt ouvert, on le retourne en ſens contraire, mais dans une ſituation inclinée, & de façon que ſon goulot ſe trouve engagé ſous l'entonnoir qui répond au trou *a*. Alors l'eau du vaiſſeau A ſe précipite dans le flacon & en chaſſe une portion de l'air fixe qui s'éleve par bulles dans le vaiſſeau A. Il faut avoir ſoin d'incliner convenablement le flacon, pour que les bulles d'air ne s'en échappent point trop précipitamment; car ne pouvant alors paſſer entiérement dans le vaiſſeau A, l'entonnoir en ſeroit bientôt rempli, & une portion de cet air ſe diſſiperoit dans la cuve. Un peu d'habitude apprendra la maniere de faire ces expériences avec l'exactitude qui convient. Lorſque le vaiſſeau A ſera rempli entiérement d'air fixe, bouchez-le dans l'eau de la cuve avec un bouchon de liége, & gardez-le pour l'expérience que voici.

Allumez la bougie C & plongez-la dans le vaiſſeau B naturellement rempli d'air atmoſphérique : elle y brûlera auſſi bien que dans tout autre endroit de la ſalle, parce que ce vaiſſeau eſt rempli du même air, très-propre

Planche II. de ſa nature à favoriſer la combuſtion des corps.

Débouchez alors le vaiſſeau A, & verſez l'air fixe qu'il contient dans le vaiſſeau B, de même que vous y verſeriez une liqueur, telle que de l'eau, par exemple, dont le vaiſſeau A ſeroit rempli. La ſeule différence que vous éprouverez ici, c'eſt que vous ne vous apperceverez point de l'écoulement de l'air fixe, comme vous vous apperceveriez de l'épanchement d'une liqueur; mais le vaiſſeau B ne ſe remplira pas moins. L'air fixe, plus peſant que l'air atmoſphérique, s'y précipite & en chaſſe ce dernier. En voulez-vous la preuve? plongez la bougie allumée dans le vaiſſeau B, & vous verrez auſſi-tôt la flamme ſe détacher de la mêche, pour aller s'éteindre au-deſſus & dans l'air atmoſphérique. Rallumez la bougie & répetez la même expérience, elle réuſſira encore de la même maniere & à pluſieurs repriſes. Comme cette lumiere ne s'éteint qu'à une certaine hauteur au-deſſus de la mêche, on peut, avec un peu d'adreſſe & d'habitude, courir après la flamme & rallumer la bougie. Or cette expérience prouve tout à la fois que l'air fixe eſt plus peſant que l'air atmoſphérique, & qu'il ne peut ſervir à la combuſtion des corps.

Pour démontrer maintenant qu'il eſt dangereux à reſpirer, qu'il eſt délétere, & qu'il ſuffoque les animaux qui y ſont plongés, on procede de cette maniere. Planche II.

TROISIEME APPAREIL.

Appareil pour démontrer que l'air fixe eſt méphytique, & qu'il faut périr ceux qui le reſpirent.

Ayez encore un vaiſſeau ſemblable au vaiſſeau A de l'appareil précédent, & un autre vaiſſeau ſemblable à celui que nous avons déſigné par B, mais beaucoup plus large & plus bas, de façon qu'on puiſſe y mettre un oiſeau ou un autre animal.

USAGE de cet Appareil.

METTEZ l'animal ſur lequel vous voulez faire l'expérience dans le vaiſſeau B; verſez alors par-deſſus, comme on l'a indiqué dans l'expérience précédente, l'air fixe contenu dans le vaiſſeau A; l'animal, plongé dans l'atmoſphère de ce dernier fluide, ne tardera pas à éprouver ſes effets mal-faiſans: vous verrez ſa reſpiration devenir difficile & laborieuſe; les convulſions ſurviendront enſuite; il tombera en aſphixie, & ſera pris pour mort. vous le rappellerez à ſon premier état, en lui faiſant reſpirer un air ſalubre; c'eſt le véritable & ſeul remede qui puiſſe lui convenir. Tous les moyens différens qu'on a indiqués,

Planche II. tous les ſtimulans qu'on a employés à cet effet, & qui ont tous également bien réuſſi, ne ſont que des moyens préparatoires propres à rappeler le jeu des poumons, & à les mettre en état de reſpirer de l'air commun. C'eſt la préſence de celui-ci qui détruit l'effet du principe délétere, & qui rétablit l'animal dans ſon état primitif.

Bonnes qualités de l'air fixe.

Si l'air fixe eſt un fluide dangereux qu'on ne peut reſpirer impunément; s'il a d'autres qualités fâcheuſes & nuiſibles en quantité de circonſtances; il a outre cela, comme nous l'avons remarqué ci-deſſus, des qualités précieuſes à l'humanité, & dont un Médecin inſtruit peut tirer le plus grand parti dans beaucoup de cas. Nous n'expoſerons point ici tous ceux dans leſquels on peut l'employer favorablement: ce ſeroit la matiere d'un Traité particulier; & nous les avons ſuffiſamment fait connoître dans notre *Eſſai ſur différentes eſpeces d'air.* Nous ne voulons donner à nos Lecteurs qu'une légere idée de ces propriétés favorables, de maniere à exciter en eux le deſir de les connoître plus particuliérement, & de s'appliquer à étendre davantage la ſphère de nos connoiſſances en ce genre.

Ce

Ce principe eſt le plus ſûr & le plus puiſſant anti-ſeptique ou anti-putride dont on puiſſe faire uſage. Un morceau de viande, un morceau de poiſſon attaqué de putréfaction, & même d'une putréfaction très-avancée, ſe rétablit, pour ainſi dire, dans ſon premier état; il perd la mauvaiſe odeur qu'il exhale, la ſanie putride qui le recouvre ſe détruit, & il reprend la couleur qui lui eſt naturelle, lorſqu'on le laiſſe ſuffiſamment de tems dans une atmoſphère d'air fixe. Voici de quelle maniere ſe fait cette expérience. Planche II.

Il eſt anti-ſeptique au ſuprême degré.

QUATRIEME APPAREIL.

AYEZ un récipient long & ſuffiſamment large, tel que A (Pl. II, fig. 2.), percé ſur l'épaule d'un petit trou *a*. Introduiſez dans le bouton de ce récipient un bouchon de liége, traverſé par un fil de métal formant un crochet *b*, & faites en ſorte qu'il y tienne à frottement. Ayez encore une petite jatte C, de criſtal, de porcelaine, ou ſimplement de faïance, dans laquelle ce récipient puiſſe être placé, & de façon qu'elle contienne encore une certaine quantité d'eau; & tout l'appareil ſera conſtruit.

Appareil propre à détruire la putréfaction d'une ſubſtance animale. Fig. 2.

USAGE de cet Appareil.

SUSPENDEZ le morceau de viande ou de

Planche II. poiſſon corrompu au crochet *b* du récipient; plongez enſuite celui-ci dans l'eau de la cuve (Pl. I, fig. 1.): cette eau s'y élévera, tandis que l'air, dont il eſt rempli, s'échappera par le trou *a*. Lorſque ce vaiſſeau ſera plein d'eau, fermez le trou *a* avec un bouchon de cire molle, & amenez le récipient ſur le trou de la tablette C de la cuve, pour y faire monter de l'air fixe. Rempli de ce fluide, on l'amene au bord de la tablette pour le poſer dans la jatte C (Pl. II, fig. 2), qu'on tient plongée dans la cuve, & on la met en reſerve ſur une table. Bientôt l'air fixe ſe trouve abſorbé en partie, & l'eau de la jatte cédant à la preſſion de l'air atmoſphérique, vient remplacer l'air fixe & s'élever ſous le récipient A. Auſſi faut-il avoir ſoin de ne point laiſſer manquer d'eau à la jatte, & que les bords du récipient en ſoient toujours baignés ou recouverts. Si l'abſorption de l'air fixe devient trop conſidérable, ſi l'eau de la jatte s'éleve juſqu'à une hauteur conſidérable ſous le récipient, par exemple, juſqu'à la moitié de la hauteur, il faut le rapporter ſur la tablette de la cuve & y introduire une nouvelle doſe d'air fixe, & dans l'eſpace de deux ou trois jours on voit la viande ou le poiſſon rétabli.

Fait-on ici réellement rétrograder la pu-

tréfaction ? Je ne le penſe pas. On arrête bien Planche
les progrès du mouvement putréfactif, on en II.
détruit les effets ; mais on ne rappelle certainement pas la ſubſtance putréfiée à ſon premier état. Détachée du corps vivant, la Nature n'opere plus rien en ſa faveur, & ne lui rend pas les ſucs, les principes qu'elle a perdus ; mais ce dernier effet doit avoir lieu dans le corps vivant attaqué de putridité, parce qu'à meſure que l'air fixe détruit les effets de la putréfaction & s'oppoſe à ſes progrès, la Nature, qui tend toujours à la conſervation du ſujet, & qui opére une eſpece de génération continuelle, répare les accidens occaſionés par le principe délétere. Auſſi voyons-nous que l'air fixe produit des effets très-prompts & très-ſatisfaiſans dans toutes les circonſtances dans leſquelles on l'adminiſtre convenablement au corps humain. C'eſt le remede le plus efficace contre le ſcorbut, les ulceres, les cancers ouverts, & en général contre les fiévres putrides. On l'adminiſtre de différentes manieres. L'affection putride ſe manifeſte-t-elle à la peau ? on l'injecte ſur ſa partie malade, à l'aide d'une veſſie qui en eſt remplie, & au col de laquelle on adapte une ſeconde veſſie, coupée par la moitié, de façon qu'elle préſente une eſpece de pavillon,

Planche II. dont on embraſſe la partie. En preſſant extérieurement celle qui eſt remplie d'air fixe, il s'échappe par ſon col & ſe porte par inſufflation ſur l'endroit qu'on a beſoin de ce ſecours.

Maniere d'adminiſtrer extérieurement l'air fixe au corps humain.

La maniere de préparer ces ſortes de veſſies eſt on ne peut plus ſimple. On prend un bouchon de liége percé d'un trou, dans lequel on introduit un tuyau de plume qui tient la communication de la veſſie au-dehors toujours ouverte. On lie fortement celle-ci ſur ce bouchon, & par-deſſus le col de cette veſſie, on lie celle qui eſt coupée en manchette, & qui doit faire fonction d'entonnoir ou de pavillon, ayant ſoin que le bout du bouchon excede en dehors & d'un demi-pouce au moins la ligature de ces veſſies.

S'agit-il de remplir d'air fixe la veſſie? on chaſſe tout l'air atmoſphérique qui y eſt naturellement contenu, en la preſſant & la tordant entre ſes mains. Auſſi-tôt on implante le bouchon qui y eſt joint, dans le col du flacon dans lequel on doit produire l'air fixe, ayant eu ſoin d'y introduire auparavant une quantité convenable de craie. Cela fait, on verſe l'acide vitriolique ſur cette craie, on laiſſe ſortir au-dehors les premiers produits, parce qu'ils ſont mêlés avec l'air atmoſ-

phérique dont le flacon étoit rempli. On bouche enſuite l'ouverture de ce flacon avec le pouce, & l'air fixe, qui continue à ſe dégager, ſe porte dans la veſſie. Eſt-elle remplie de cet air? on retire le bouchon & on ferme l'ouverture de la veſſie en liant, au-delà du bouchon, la veſſie qui forme le pavillon. Planche II.

Outre cette maniere d'adminiſtrer l'air fixe extérieurement, on le donne encore intérieurement & de deux manieres, 1°. en lavemens: on ſe ſert encore ici d'une veſſie qu'on lie, non ſur un bouchon de liége, mais ſur une eſpece de bobine ſur laquelle on lie encore & par-deſſus la veſſie un tube flexible de quelques pouces de longueur. Je me ſers pour cela d'un tuyau de gomme élaſtique; mais on peut employer convenablement à ſon défaut un morceau d'inteſtin de cochon. Au bout de cette eſpece de tube on attache une canule d'ivoire ou de bois, & l'appareil eſt tout diſpoſé. On connoît facilement, par ce ſimple expoſé, & par ce que nous venons de dire précédemment, de quelle maniere on remplit d'air fixe cette veſſie, & comment, lorſqu'elle eſt pleine, on en fait uſage pour injecter cet air dans les inteſtins. Nous obſerverons ſeulement qu'il ne faut point l'in- Lavemens d'air fixe.

Planche II. jetter ni trop bruſquement ni trop abondamment, pour qu'il ait le tems d'être abſorbé par les ſérofités, les parties aqueuſes des inteſtins, & de ſe porter dans les routes de la circulation ; car l'air fixe ne ſéjourne & ne s'accumule point dans le canal inteſtinal, comme le feroit l'air atmoſphérique en pareilles circonſtances, & cela à raiſon de ſon extrême affinité avec l'eau. Veut-on la preuve de cette ſinguliere propriété de l'air fixe ? on la trouvera dans l'uſage de l'appareil ſuivant.

CINQUIEME APPAREIL.

Appareil propre à démontrer l'affinité de l'air fixe avec l'eau. Fig. 3.

Ayez un tube cylindrique AB (Plan. II. fig. 3.), que j'appelle *la jeauge*. Il eſt fermé hermétiquement par le haut, & diviſé en deux ou trois parties, de façon que chaque eſpace contient, ou mieux repréſente la capacité d'un petit vaiſſeau C, que je nomme *la meſure*. Ayez outre cela un petit morceau de bois D, qui préſente d'un côté un plan circulaire, dont le diamètre ſoit un peu plus grand que celui du vaiſſeau AB. Ce plan doit être couvert d'un morceau de drap exactement tendu par deſſus & fortement lié ſur la circonférence à l'aide d'une gouttiere qu'on ménage ſur le bord extérieur de ce plan. J'appelle ce mor-

ceau de bois *l'obturateur*; & tout l'appareil sera préparé. C'est cet instrument que l'abbé *Fontana* a singuliérement perfectionné sous le nom *d'eudiomètre*, & dont on trouvera une ample description dans le supplément à notre Dictionnaire de Physique tom. V. Planche II.

Usage de cet Appareil.

Remplissez d'eau la jeauge AB, en la tenant verticalement renversée dans la cuve; laissez monter les bulles d'air, qui s'y développent dans ce moment; & achevez de la remplir bien exactement, & couvrez son ouverture de l'obturateur D, retirez-la de la cuve en appuyant la main sur cet obturateur, pour la renverser & la plonger dans l'eau & l'amener sur le trou *a* de la tablette C de la cuve (Pl. I, fig. 1.). Cela fait, prenez la mesure C naturellement remplie d'air atmosphérique. Plongez ce petit vase perpendiculairement & son ouverture en bas, dans l'eau de la cuve, pour l'incliner ensuite convenablement sous l'entonnoir du trou *a*, & faites passer l'air qu'il contient dans la jeauge AB. Cette mesure d'air commun occupera toute la capacité du vaisseau comprise depuis le sommet jusqu'à la premiere division *ab*; parce que l'eau dont Fig. 1.

Planche II. cette jeauge eſt remplie, contenant toute la quantité d'air atmoſphérique qu'elle peut naturellement tenir en diſſolution, n'abſorbera, au paſſage, aucune autre molécule d'air, & par conſéquent toute la quantité de ce fluide renfermé dans la meſure, paſſera en haut de la jeauge.

Réitérez la même expérience en uſant des mêmes précautions avec cette différence ſeulement, que vous ferez paſſer dans la jeauge, non de l'air atmoſphérique, mais de l'air fixe, dont vous remplirez préalablement la meſure C; & vous obſerverez qu'il s'en faudra d'une quantité très-notable que ce même volume d'air occupe le même eſpace dans la jeauge & deſcende juſqu'à la premiere diviſion *ab*; ce qui vient de ce que la colonne d'eau de la jeauge abſorbe une portion de cet air fixe, à meſure qu'il y paſſe & qu'il veut s'élever juſqu'au haut.

Voulez-vous voir juſqu'où s'étend l'action diſſolvante de l'eau par rapport à l'air fixe, & ce que le cylindre d'eau renfermé dans la jeauge peut abſorber du volume d'air que fournit ici la meſure? faites gliſſer la jeauge de la tablette ſur laquelle elle repoſe dans l'eau de la cuve, & faites l'y deſcendre de quelques pouces. Agitez enſuite ce vaiſſeau

pendant quelques minutes, & vous obſerverez que la majeure partie du volume d'air fixe qu'il contiendra ſera abſorbée; ſi vous l'agitez ſuffiſamment ou aſſez de tems, vous parviendrez à réduire ce fluide à $\frac{1}{6}$ de ſon volume primitif. Planche II.

C'eſt donc en multipliant les ſurfaces, en augmentant le nombre des points de contact entre l'air fixe & l'eau, qu'on parvient à les unir & à les combiner juſqu'au point de ſaturation & dans le plus court eſpace de tems poſſible. L'eau ainſi ſaturée d'air fixe a un goût acidule analogue à celui de certaines eaux minérales. On parvient même à imiter parfaitement celles-ci, en ajoutant à l'air fixe dont on ſature l'eau, les autres principes que contiennent les eaux minérales qu'on ſe propoſe d'imiter. Voyez le détail de ces ſortes d'opérations dans notre eſſai ſur les différentes eſpèces d'air & dans un autre Ouvrage imprimé l'année ſuivante, intitulé: *Eſſai ſur l'art d'imiter les Eaux minérales*, par M. *Duchanoy*, Médecin de la Faculté de Paris. Simplement aérée, ou chargée d'air fixe, l'eau eſt une boiſſon très-ſalutaire en quantité de circonſtances que nous ne pouvons indiquer ici; mais particuliérement dans toutes celles où l'air fixe doit être adminiſtré comme Eau aérée.

Planche II. anti-putride. On met alors le malade à l'eau aérée pour toute boiſſon, & c'eſt une des manieres d'adminiſtrer intérieurement l'air fixe.

Veut-on qu'il produiſe plus d'effet, que ſon pouvoir anti-putride ſoit plus marqué ? il ne s'agit que de le fabriquer immédiatement dans le corps même du ſujet, ſuivant la méthode de M. *Hulme*, dont les ſalutaires effets ſont conſtatés par une multitude étonnante d'obſervations faites ſur-tout ſur des perſonnes affectées de ſcorbut.

Méthode de M. Hulme.

Prenez une once de ſel de tartre purifié que vous ferez diſſoudre dans ſeize onces d'eau pure, & vous aurez ce que M. *Hulme* appelle ſa mixture alkaline.

Mêlez enſemble deux onces d'eſprit de vitriol foible & quatorze onces d'eau pure. C'eſt ce qu'il nomme ſa mixture acide.

Au moment où vous voudrez employer ce remede, mettez une demi-once de la mixture alkaline dans trois onces d'eau que vous ferez prendre au malade : donnez-lui immédiatement après & ſans délai une demi-once de mixture acide étendue pareillement dans trois onces d'eau. Réitérez cette boiſſon quatre fois le jour.

Nous bornerons à ces conſidérations, qui

nous ont paru les plus importantes, ce que nous nous ſommes propoſés de faire obſerver ſur les propriétés de l'air principe, ceux qui ſeront curieux de connoître plus particuliérement cet objet & les autres eſpeces de ſubſtances aériformes, pourront conſulter l'Ouvrage du D. *Prieſley*, & à ſon défaut, notre *Eſſai ſur les différentes eſpeces d'air*, qui ſe trouve à Paris, chez Gueffier, Libraire, au bas de la rue de la Harpe. Planche II.

ARTICLE SECOND.

Des Appareils faits pour démontrer les propriétés de l'air conſidéré comme mixte.

L'AIR, conſidéré comme mixte, eſt un fluide qui enveloppe la ſurface de notre globe & qui s'étend au-delà de cette ſurface à une diſtance très-éloignée, qu'on ne peut aſſigner exactement. Prodigieuſement diviſible, ce fluide s'inſinue par les plus petits eſpaces poſſibles & ſe trouve interpoſé entre les parties intégrantes de preſque tous les mixtes, d'où on le retire par des procédés que nous allons indiquer. On lui découvre nombre de propriétés eſſentielles, ou mieux qui paroiſſent en être inſéparables, & quantité de modifications différentes qui ne dépendent que

Planche H. de sa combinaison avec les substances étrangeres auxquelles il est uni & qui le rendent plus ou moins salubre.

Pour juger plus commodément des propriétés de ce fluide, on doit le considérer en lui-même, abstraction faite des substances étrangeres avec lesquelles il est naturellement combiné, & examiner ensuite les modifications auxquelles ses propriétés sont assujetties, relativement à l'influence des corps étrangers qui sont habituellement répandus dans la masse de ce fluide. Nous diviserons donc cet Article en deux Paragraphes.

PARAGRAPHE PREMIER.

Des Appareils nécessaires pour démontrer les propriétés de l'air, abstraction faite des substances étrangeres avec lesquelles il est naturellement combiné.

L'AIR, considéré en lui-même, est un fluide simple, homogène, invisible, inodore, insipide, pesant & élastique, c'est-à-dire, susceptible de raréfaction & de condensation. De toutes les propriétés que nous venons d'indiquer, comme appartenantes à l'air, il en est deux sur-tout qui méritent toute notre attention. Ce sont même les seules qui soient

ſuſceptibles d'être démontrées par expérience. Nous diviſerons donc ce Paragraphe en trois Nombres: le premier traitera de la peſanteur; le ſecond du reſſort de l'air; le troiſieme des applications ingénieuſes qu'on a ſu faire de ces deux propriétés. Planche. II. Diviſion de ce paragraphe.

NOMBRE PREMIER.

Des Appareils propres à démontrer la peſanteur de l'air.

QUOIQUE la peſanteur ſoit une des propriétés qu'on eût dû ſoupçonner d'abord appartenir à l'air, & quoique les Anciens l'euſſent déjà reconnue dans ce fluide, ce ne fut que vers la fin du dernier ſiecle qu'elle fut miſe en évidence. L'hiſtoire de cette importante découverte mérite d'être conſervée. Elle nous prouve que le haſard contribue ſouvent plus que les réflexions & les recherches les mieux ſuivies, à augmenter le nombre de nos connoiſſances. Voici en deux mots le fait dont il eſt ici queſtion. On avoit fait en Italie une pompe aſpirante, dont la décharge étoit élevée au-deſſus de trente-deux pieds. Lorſqu'on vint à la faire jouer, l'eau ne put s'élever à cette hauteur. On conſulta *Galilée* ſur ce phénomène & il en fut auſſi ſurpris que l'avoient été ceux qui l'avoient

Planche II. observé; mais ne voulant pas leur faire connoître son embarras, il adapta sa réponse à l'opinion où l'on étoit alors que l'eau ne s'élevoit dans les pompes de cette espece que parce que la nature avoit horreur du vide. *Galilée* répondit donc que la nature n'avoit horreur du vide que jusqu'à une certaine hauteur, celle au-delà de laquelle elle refusoit d'élever l'eau dans la pompe dont il étoit ici question, & que le seul moyen qu'on eût à employer, pour tirer parti de cette pompe, c'étoit de descendre la décharge. Il n'en falloit pas davantage dans le fait; & le succès de la machine répondit très-bien à l'avis de *Galilée*: mais il étoit trop habile homme pour se contenter de cette mauvaise explication. Il médita donc plus profondément sur ce phénomène, & il soupçonna qu'il existoit dans la Nature une cause mécanique de l'élévation de l'eau dans les pompes aspirantes; & que cette cause étant bornée dans son intensité, elle ne pouvoit élever l'eau qu'à une hauteur déterminée. La mort le surprit dans cette recherche, & ce fut *Toricelli*, son disciple; qui mit cette idée en évidence, en réfléchissant sur les loix de l'équilibre des liqueurs; il comprit très-bien que s'il y avoit dans la nature une cause mécanique qui éleva l'eau à une

hauteur donnée dans les pompes aſpirantes, Planche
cette cauſe ne pourroit élever qu'à une hau- II.
teur proportionellement moindre, à une li-
queur plus peſante que l'eau. L'expérience
confirma ce raiſonnement & le conduiſit in-
ſenſiblement à découvrir que cette cauſe,
inconnue juſqu'alors, étoit la peſanteur de
l'air. Voici l'appareil dont il fit uſage.

PREMIER APPAREIL.

AB (Pl. II. fig. 4.), eſt un tube de verre Tube de Torricelli. Fig. 4.
de trente à trente-ſix pouces de longueur.
Il eſt fermé hermétiquement à l'une de ſes
extrêmités B. C eſt une petite cuvette ou
ſoucoupe de criſtal. D (fig. 5.) eſt une Fig. 5.
eſpece de burette faiſant l'office d'entonnoir
& remplie de mercure.

USAGE de cet Appareil.

ON remplit le tube AB de mercure, qu'on
y introduit par le bec de la burette D. On
ferme l'orifice A de ce tube avec le doigt &
on le renverſe en cet état dans la cuvette C,
dans laquelle on a déjà mis une certaine quan-
tité de ce même fluide. On retire le doigt &
on voit alors la colonne de mercure ſe pré-
cipiter en partie dans la cuvette, ſe balancer
dans le tube & s'y fixer à une hauteur *a b*

Planche II. de vingt-huit à vingt-neuf pouces, depuis la ſurface du mercure compris dans la cuvette.

Il n'eſt aucun de ces phénomènes qui ne mérite une attention particuliere : la hauteur à laquelle le mercure demeure ſuſpendu dans le tube, prouve non-ſeulement la peſanteur de l'air, mais détermine encore toute l'intenſité de la preſſion d'une colonne de même baſe & de toute la hauteur de l'atmoſphère.

Obſervation ſur cette expérience.

Lorſqu'on verſe du mercure dans le tube AB, il entraîne avec lui une grande quantité d'air qui ſe répand ſous la forme de petits globules, dans toute la longueur de la colonne de mercure. Cet air, obéiſſant aux loix de l'Hydroſtatique, ſe porteroit au haut du tube & feroit baiſſer la colonne de mercure d'une quantité plus ou moins ſenſible, ſi on n'avoit ſoin de l'expulſer du tube. Pour cet effet, on ne le remplit d'abord qu'à un demi-pouce près de ſon orifice ; on bouche ce dernier avec le doigt, on renverſe le tube & on le tient dans une ſituation verticale. La groſſe bulle d'air reſtée au bas du tube, s'éleve juſqu'au haut & ſe joint par ſon affinité d'agrégation aux petites bulles répandues dans la colonne de mercure & elle les entraîne avec elle. On retourne le tube en ſens contraire ; le même effet a encore lieu, & la colonne ſe trouve

trouve ſuffiſamment purgée d'air ; on acheve alors de remplir le tube, & on fait l'expérience. Planche II.

Si on veut confirmer par une nouvelle expérience, que c'eſt à la peſanteur de l'air qu'il faut attribuer la ſuſpenſion du mercure dans ce premier tube, l'appareil ſuivant le prouve d'un maniere ſinguliere.

SECOND APPAREIL.

AB (Pl. II, fig. 6.) eſt un tube de même longueur que le précédent, mais ouvert à ſes deux extrémités & renflé vers ſon extrémité ſupérieure A. On ferme cette ouverture avec un morceau de veſſie mouillée qu'on lie exactement autour du col qu'on obſerve vers le haut du tube. Autre tube de Toricelli. Fig. 6.

USAGE de cet Appareil.

ON remplit ce tube de mercure avec les mêmes précautions que nous venons d'indiquer pour le précédent. On le purge pareillement d'air, & on le plonge de la même maniere dans une cuvette qui contient également une certaine quantité de mercure : on obſerve que la colonne de mercure ſe précipite en partie & qu'elle ſe fixe encore à la hauteur de vingt-huit à vingt-neuf pouces,

Planche II. & on remarque outre cela que la colonne d'air, qui s'appuie sur la vessie, la creuse en forme de calotte. Si on vient à percer cette vessie avec une aiguille, la colonne de mercure se précipite totalement dans la cuvette.

Veut-on faire usage de la machine pneumatique ? on aura nombre de preuves plus frappantes encore de la pesanteur de l'air.

TROISIEME APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer l'adhérence du récipient à la platine. Fig. 7.

ON place le récipient C (Pl. II ; fig. 7.) sur la platine de la machine pneumatique, après avoir recouvert celle-ci d'un cuir mouillé.

USAGE de cet Appareil.

ON donne quelques coups de piston & le récipient s'applique tellement à la platine, qu'on souleve tout l'appareil plutôt que de séparer le récipient de la platine.

De quelle maniere l'air s'évacue sous le récipient de la machine pneumatique.

A chaque coup de piston, on enleve une portion de la masse d'air comprise sous le récipient ; mais il n'en est point de l'évacuation de ce fluide, comme de celle de toute autre espece de fluide, qui ne seroit point expansible, tel que l'eau, ou toute autre liqueur. L'évacuation de cette derniere seroit en proportion avec la capacité du corps

de pompe, dans lequel elle ſe précipiteroit à meſure qu'on feroit deſcendre le piſton ; de ſorte que ſi la capacité de la pompe étoit égale à celle du récipient rempli de ce liquide, celui-ci ſe précipiteroit entiérement dès le premier coup de piſton, & le récipient ſeroit totalement vide. C'eſt de cette maniere que ſe fit d'abord le vide dans la machine *d'Otto de Guerick*, parce qu'il rempliſſoit d'eau ſon récipient, & qu'il retiroit cette eau par le moyen de ſa pompe. Mais l'air qu'on enleve immédiatement dans nos machines actuelles étant un fluide expanſible, qui tend à ſe mettre en équilibre dans les capacités qui communiquent entr'elles, il ne s'évacue qu'en progreſſion géométrique. De là ſi l'on ſuppoſe que la capacité du corps de pompe ſoit égale à celle du récipient, on retirera, du premier coup de piſton, la moitié de la maſſe d'air compriſe ſous le récipient, & la denſité de ce fluide ſera alors la même dans le corps de pompe & dans le récipient. Ce dernier ſera donc encore rempli d'air, comme il l'étoit précédemment ; mais cet air ſera une fois moins denſe, une fois plus raréfié. Un ſecond coup de piſton enlevera la moitié de ce qui reſte ſous le récipient, ou le quart de la premiere quantité ; un troiſieme, la moitié du Planche II.

Planche II. quart reſtant, ou le huitieme de la maſſe totale, & ainſi de ſuite : d'où il paroît manifeſtement qu'on ne peut faire exactement le vide ſous le récipient d'une machine pneumatique ; mais on y raréfie l'air à un point ſuffiſant pour le ſuccès de toutes les expériences qu'on ſe propoſe de faire.

Plus les coups de piſton ſont multipliés, plus on approche du véritable vide, & plus l'air extérieur, qui s'appuie ſur la voûte du récipient, devient prépondérant, & l'applique fortement à la platine. Cette preſſion, lorſque le vide eſt fait auſſi exactement qu'il eſt poſſible, ſeroit énorme ſi le diamètre du récipient étoit très-grand ; car elle eſt égale à celle d'une colonne de mercure de même baſe & de vingt-huit pouces ou environ de hauteur ; ou encore à celle d'une colonne d'eau de même baſe & d'environ trente-deux pieds de hauteur. Ces deux termes de comparaiſon nous fourniſſent un moyen très-ſûr & très-commode en même tems pour eſtimer la preſſion que l'air déploie contre la ſurface des corps ſur leſquels il s'appuie.

Or, il ſe préſente ici une difficulté. On peut demander comment il arrive que le récipient, très-fragile de ſa nature, ſupporte, ſans ſe caſſer, une preſſion auſſi conſidérable de la

part de l'air extérieur? La réponſe ſe préſente auſſi naturellement à l'eſprit. Sa ſolidité vient de la forme arrondie qu'on lui donne en tout ſens. Changez cette forme, faites qu'il ſoit applati dans un ſens, & vous le verrez céder à la preſſion de l'air extérieur, ſe caſſer & ſe briſer dès les premiers coups de piſton. On confirme facilement, & ſans aucun inconvénient cette vérité, avec l'appareil ſuivant. Planche II.

QUATRIEME APPAREIL.

A (Pl. II, fig. 8.) eſt un récipient ouvert à ſes deux extrémités, la ſupérieure eſt fermée avec un morceau de veſſie mouillée, fortement tendue & liée avec un fil autour du cordon qu'on remarque vers le haut de ce vaiſſeau. Le caſſe veſſie. Fig. 8.

USAGE de cet Appareil.

LE récipient placé ſur la platine de la machine pneumatique, on fait le vide; à chaque coup de piſton l'air extérieur devenant de plus en plus prépondérant, preſſe plus fortement la veſſie, la creuſe & tiraille ſes fibres au point de les briſer. La veſſie ſe caſſe alors avec une exploſion d'autant plus forte qu'elle a réſiſté plus long-tems à ſa rupture.

Une veſſie trop forte ne réuſſiroit pas parfaitement; on ſeroit obligé de faciliter ſa Obſervation ſur cette expérience.

Planche II. rupture avec le doigt & quelquefois même avec la lame d'un couteau, du plat de laquelle on seroit obligé de la frapper. Pour éviter cet inconvénient, on choisit une vessie un peu mince, ou si elle est trop forte, on la laisse macérer dans l'eau & on enleve aisément ensuite l'une de ses membranes. Un peu d'habitude suffit pour la préparer comme il convient.

Un carreau de verre attaché avec un cordon de cire molle sous l'ouverture du même récipient, produit le même effet que la vessie quant à la rupture, mais il faut avoir soin de couvrir l'appareil d'un linge, pour éviter tout accident.

Une bouteille plate cliſſée, se brise encore aisément lorsqu'elle est soumise à l'épreuve du vide, & cet appareil mérite de trouver place dans un Cabinet de physique.

Planche III.

CINQUIEME APPAREIL.

Le casse-bouteille. Fig. 1. A (Pl. III. fig. 1.), est un petit récipient ouvert à ses deux extrêmités; la supérieure est fermée par une virole B, surmontée d'une platine, du centre de laquelle s'éleve un tube de cuivre EF, percé latéralement de plusieurs trous. La platine de la virole est aussi surmontée d'un petit entonnoir de métal *c*, à

travers lequel s'éleve le tube EF. D eſt une bouteille plate cliſſée, dont le col eſt exactement maſtiqué au fond de l'entonnoir & de maniere que la capacité de la bouteille communique avec le récipient A, par l'intermède du tube EF. Planche III.

Usage de cet Appareil.

Le récipient A étant placé ſur la platine de la machine pneumatique, on donne quelques coups de piſton. Les parois de la bouteille cedent en peu de temps à la preſſion de l'air extérieur : elle ſe briſe & elle ſe réduit en pouſſiere avec exploſion. Il eſt encore de la prudence d'envelopper la bouteille avec un linge.

Parmi la multitude d'appareils qu'on a imaginés pour conſtater la peſanteur de l'air, on doit particuliérement diſtinguer les deux ſuivans. On les doit au génie du célebre *Otto de Guerick*, premier Inventeur de la machine pneumatique.

Sixieme Appareil.

A & B (Pl. III, fig. 2.) ſont deux hémiſphères creux de métal & de trois à quatre pouces de diamètre. L'hémiſphère B, porte intérieurement une petite virole *cd*, de trois Les hémiſphères de Magdebourg. Fig. 2.

Planche III. à quatre lignes de hauteur. Cette virole eſt reçue dans une retraite ménagée ſur l'épaiſſeur de l'hémiſphère A. L'un & l'autre ſe joignent par un rebord *ef*, *gb*, plan & bien dreſſé. On a ſoin d'interpoſer un anneau de cuir mouillé entre ces deux hémiſphères.

Le ſupérieur A eſt ſurmonté d'un grand anneau C, applati & ſuffiſamment ouvert, pour qu'on puiſſe y introduire la main. L'inférieur B reçoit à vis le robinet D, qui doit être percé de la même maniere que celui d'une machine pneumatique, d'un trou perpendiculaire à ſon axe, & d'un petit canal oblique; le tout peut ſe monter ſur un pied E, dont la baſe eſt chargée de plomb.

USAGE de cet Appareil.

L'HÉMISPHÈRE B, détaché de ſon pied & viſſé ſur la tetine de la machine pneumatique, on le recouvre de l'hémiſphère A; on ouvre le robinet de façon que ſon trou perpendiculaire à l'axe, établiſſe une communication entre la capacité des hémiſphères & celle de la pompe, & on fait le vide. On ferme après cela le robinet & on le tourne de maniere que le canal, qui permet à l'air de rentrer, ſoit en bas.

Les hémiſphères détachés de la platine, il

eſt de toute impoſſibité que deux perſonnes puiſſent les ſéparer, quelqu'effort qu'elles faſſent. Les premiers qui furent imaginés à Magdebourg, avoient trois quarts d'aune de diamètre, & ils ne purent être ſéparés par l'effort de ſeize chevaux. Planche III.

L'appareil ſuivant acheve de confirmer que c'eſt à la preſſion de l'air extérieur qu'on doit cette adhérence extrême.

SEPTIEME APPAREIL.

LES hémiſphères A & B (Pl. III, fig. 3.), étant vides d'air & établis ſur la platine de la machine pneumatique, on les couvre du récipient R, ſurmonté d'une virole de cuivre D & d'une boîte remplie de colliers de cuirs gras C. A travers ces cuirs gliſſe une tige de métal TE, au bas de laquelle on viſſe le crochet F, qu'on fait entrer dans l'anneau des hémiſphères. Les hémiſphère ſous le récipient de la machine pneumatique. Fig. 3.

USAGE de cet Appareil.

TANT que le récipient eſt rempli d'air, on ne peut, quelqu'effort qu'on faſſe, enlever l'hémiſphère A de deſſus l'hémiſphère B; mais ſi on fait le vide ſous le récipient R, on l'enleve enſuite aſſez facilement, en retirant la tige TE. Ces deux hémiſphères étant

Planche III. séparés ; si on les repose l'un sur l'autre, en conduisant la tige TE avec soin, pour que l'hémisphère supérieur s'applique exactement sur le cuir de l'hémisphere inférieur, ils adhéreront encore entre eux, lorsqu'on aura fait passer de nouvel air sous le récipient.

Huitieme. Appareil.

Le ballon à peser l'air. Fig. 4. Sur le milieu d'une tablette AB (Pl. III, fig. 4.) s'éleve une colonne CD ; celle-ci se termine supérieurement par un fort crochet de métal. On attache à ce crochet une balance ordinaire mais très-mobile EF. On suspend à l'un des bras E de cette balance, un gros ballon de cristal G, dont le col est garni d'une virole de cuivre surmontée d'un robinet I. Dans la douille ou la base de ce robinet, monte à vis le crochet K qui sert à suspendre le ballon. Sur la longueur de la vis de ce crochet, que nous représentons séparément (fig. 5.), on remarque de petites cannelures destinées à livrer passage à l'air extérieur, & qui lui permettent de se porter dans le ballon lorsque le robinet I est ouvert. Cette vis est surmontée d'un petit bassin de cuivre L, dans lequel on peut mettre des poids ou des grains de menu plomb.

Fig. 5.

A l'extrémité F de la balance, est sus-

pendu un baſſin M ; au-deſſous duquel on voit un crochet qui porte le poids P, deſtiné à équilibrer en grande partie le ballon. On jette dans le baſſin M les poids qui ſont néceſſaires pour compléter l'équilibre. Planche III.

Au-deſſous du ballon & du poids P, on remarque deux petits baſſins de bois *b*, *b*, dont les queues s'élevent ou s'abaiſſent à volonté dans les montans *a*, *a*, & qui ſe fixent à une hauteur convenable par deux vis de preſſion *c*, *c*. Ces baſſins ſervent à ſoutenir le ballon G & le poids P, lorſque l'appareil reſte en place dans le Cabinet.

Usage de cet Appareil.

On baiſſe les baſſins *b*, *b*, afin de laiſſer à la balance la liberté de ſe mouvoir, & on met le ballon G, rempli d'air, en équilibre avec ſon contre-poids. Cette premiere opération faite, on détache le ballon G, on enleve le crochet K, on monte le robinet du ballon ſur la tetine de la machine pneumatique, & on fait le vide dans le ballon. Lorſqu'il eſt évacué d'air, autant qu'il eſt poſſible, on le détache de la machine pneumatique, on remonte le crochet K, & on voit, lorſqu'il eſt ſuſpendu à la balance, que le contre-poids P devient prépondérant ; ce qui provient

Planche III. nécessairement de la quantité d'air qu'on a enlevé du ballon. Pour connoître le poids de cette masse d'air, on rétablit l'équilibre, en ajoutant suffisamment de poids dans le bassin L.

Cette maniere de mesurer le poids de l'air n'est rien moins qu'exacte; puisqu'on ne fait point parfaitement le vide dans un vaisseau, par le moyen de la machine pneumatique. Il faudroit donc, pour qu'on pût compter sur le résultat de cette expérience, comparer la capacité du récipient à celle du corps de pompe, compter le nombre des coups de piston, & calculer jusqu'à quel point l'air seroit évacué; mais dans ce cas cette expérience seroit très-compliquée & très-embarrassante à faire. D'ailleurs on ne connoîtroit que la pesanteur actuelle de l'air; car elle varie d'un jour à l'autre. Ainsi il est plus simple & plus exact en même tems, de s'en rapporter pour cela à la hauteur du mercure dans le baromètre, dont nous parlerons plus bas.

La pesanteur de l'air une fois constatée; il reste à démontrer qu'en qualité de fluide, l'air exerce sa pression uniformément & en toutes sortes de sens; ce qu'on peut confirmer facilement, à l'aide des appareils suivans.

NEUVIEME APPAREIL.

Planche III.

AB (Pl. III, fig. 6.) eſt un récipient percé latéralement en *a*, ſous lequel on place un moulinet *m*, dont on viſſe la châſſe ſur la tetine de la machine pneumatique.

Appareil fait pour démontrer la preſſion latérale de l'air. Fig. 6.

USAGE de cet Appareil.

ON bouche avec le doigt l'orifice *a*, & on donne deux ou trois coups de piſton; on retire le doigt qui bouche l'orifice *a*, & l'air exerçant une preſſion latérale, pénétre bruſquement par cette ouverture, frappe les ailes du moulinet & le fait tourner.

DIXIEME APPAREIL.

AB (Pl. III, fig. 7.) eſt un long vaſe conique, dont l'ouverture n'excede pas deux à trois pouces de diametre.

Appareil fait pour démontrer la preſſion de l'air de bas en haut. Fig. 7.

USAGE de cet Appareil.

ON remplit d'eau ce vaſe, autant qu'il en peut contenir; on glaſſe ſur ſes bords un morceau de papier aſſez large pour en fermer l'ouverture; on applique la main ſur ce papier & on renverſe le vaſe au deſſus d'une cuvette D. La main étant retirée, la colonne d'eau demeure ſuſpendue par la preſſion que l'air exerce de bas en haut.

Planche III.

ONZIÈME APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer la pression de l'air en tous sens. Pag. 8.

AB (Pl. III, fig. 8.) est un tube de *Toricelli*, fermé par le haut & ouvert latéralement en C, vers le milieu de sa longueur. On ferme cet orifice avec un morceau de vessie mouillée qu'on lie fortement autour du bord ménagé à cette ouverture.

USAGE de cet Appareil.

LE tube étant rempli de mercure avec les mêmes précautions que nous avons indiquées pour le tube de *Toricelli* ordinaire, on le plonge dans la cuvette D, en partie remplie de même fluide; la colonne demeure suspendue en *b* à la hauteur de vingt-huit à vingt-neuf pouces. On perce alors la vessie avec une aiguille. L'air qui s'introduit par cette ouverture divise la colonne de mercure en deux parties; il précipite de haut en bas la portion C *a*, & il porte de bas en haut la portion *b*: celle-ci vient frapper plus ou moins fortement la voûte du tube; ce qui prouve la pression de l'air en tous sens différens.

Cette expérience fournit l'explication d'un phénomène qui fit beaucoup de bruit parmi les Physiciens il y a quelques années; de l'élévation de l'eau au-dessus de trente-deux pieds dans une pompe faite à Séville.

NOMBRE SECOND. Planche III.

Des Appareils propres à démontrer le reſſort de l'air.

LE reſſort eſt-il une propriété eſſentielle à l'air ? ce fluide peut-il être totalement dépouillé de ſa vertu élaſtique ? Cette queſtion, que nous abandonnons aux ſpéculations des Phyſiciens, fut agitée du tems de M. *Hauxbée*, mais elle fut traitée d'une maniere peu ſatisfaiſante, par le peu de ſoin qu'on apporta à la conſtruction des appareils dont on ſe ſervit alors pour la décider. Nous nous bornerons ici à faire connoître les différens procédés qu'on peut employer pour conſtater l'exiſtence de cette propriété dans l'air atmoſphérique. Or, la *raréfaction* & la *compreſſion*, ſont deux moyens très-propres à nous ſatisfaire à cet égard.

PREMIER MOYEN.

Des Appareils qui démontrent le reſſort de l'air, par voie de raréfaction.

ON raréfie l'air de deux manieres; 1°. en diminuant ſa maſſe dans une capacité donnée; 2°. en introduiſant entre ſes parties un corps étranger propre à les écarter & à les mettre dans un état d'expanſion. Ces deux principes

Planche IV. feront le fondement des appareils que nous allons décrire.

PREMIER APPAREIL.

Jet d'eau dans le vide. Fig. 1. A (Pl. IV, fig. 1.), est une petite bouteille de cristal, au col de laquelle on mastique exactement un tube de verre BC, qui descend jusqu'à une ligne près de son fond & qui se termine en C, sous la forme d'un ajutage. On renverse cette bouteille dans un Fig. 2. bocal F, (fig. 2.), rempli d'eau. On pose le tout sur un support G, placé sur la platine de la machine pneumatique, & on le recouvre d'un récipient DE. On voit la même bou- Fig. 3. teille (fig. 3.), placée sur son pied & recouverte d'un récipient DE, fort alongé.

USAGE de cet Appareil.

LORSQUE la bouteille est dans la situation Fig. 2. répréſentée (fig. 2.), on fait le vide sous le récipient; on voit à chaque coup de piston une quantité de petites bulles d'air qui s'échappent de la bouteille par l'ajutage C. Ces bulles s'élancent à travers l'eau du bocal, vont crever à la surface de cette eau & passent sous le récipient DE, ce qui manifeste le ressort de l'air compris dans la bouteille.

Cette premiere opération faite, on reporte de

de l'air ſous le récipient & on voit l'eau du bocal monter dans la bouteille A, juſqu'à ce que la maſſe d'air qui y reſte, ait repris le même degré de denſité qu'elle avoit avant la premiere opération. Planche IV.

On enleve alors cet appareil & on ſe ſert de celui de la (fig. 3.), on fait le vide ſous le récipient DE. L'air compris dans le haut de la bouteille ſe dilate & pouſſe devant lui la maſſe d'eau qui s'oppoſe à ſon paſſage; cette eau s'élance alors ſous la forme de jet, juſqu'au haut du nouveau récipient. Fig. 3.

L'appareil ſuivant produit un effet du même genre que le précédent; mais il permet en même temps d'obſerver la progreſſion ſelon laquelle l'air ſe dilate.

SECOND APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer la progreſſion ſelon laquelle l'air ſe dilate.

A (Pl. IV, fig. 4.) eſt un matras rempli d'eau, dont la queue BC, plonge dans une petite maſſe d'eau renfermée dans un vaiſſeau cylindrique DE. Ce vaiſſeau eſt établi ſur un ſupport F, placé ſur la platine de la machine pneumatique. Le tout eſt recouvert du récipient GH. *o* eſt une petite bulle d'air qui s'eſt élevée au haut du matras, au moment qu'on l'a plongé dans le vaiſſeau DE. Fig. 4.

Planche IV.

USAGE de cet Appareil.

A chaque coup de piſton, on voit la bulle d'air *o* ſe dilater, pouſſer devant elle une portion de l'eau du matras & la porter dans le vaiſſeau DE. Cette bulle, qui n'occupoit originairement qu'un très-petit ſegment de ſphère, peut ſe dilater au point d'occuper toute la boule du matras. On peut donc aiſément juger du progrès de la dilatation de l'air, ſi le vaiſſeau DE, étant parfaitement cylindrique, eſt gradué en parties égales de bas en haut.

Tout corps qui contient de l'air & qui eſt ſuſceptible de céder à l'expanſion de ce fluide ſans le laiſſer échapper, ſe tuméfie d'une maniere ſinguliere ſous le récipient.

TROISIEME APPAREIL.

Veſſie flaſque qui ſe tuméfie ſous le récipient. Fig. 5.

A (Pl. VI, fig. 5.) eſt une veſſie flaſque qui ne contient qu'une très-petite quantité d'air; elle eſt exactement liée à ſon col, de façon que l'air ne peut s'en échapper: placée ſur la platine de la machine pneumatique, elle eſt recouverte du récipient B C.

USAGE de cet Appareil.

A proportion qu'on fait le vide, l'air de la veſſie ſe dilate & la tuméfie, de ſorte qu'en

continuant l'opération, on parvient à la gonfler auſſi fortement que ſi on la rempliſſoit d'air. Planche IV.

La dilatation de cette petite maſſe d'air eſt en état de ſurmonter une réſiſtance aſſez conſidérable; ce qu'on peut démontrer facilement avec l'appareil ſuivant.

QUATRIEME APPAREIL.

Veſſie qui ſoulève un poids par la dilatation de l'air qu'elle contient. Fig. 6.

A B (Pl. IV, fig. 6.) eſt un vaiſſeau cylindrique de métal, dont le fond eſt rentré de ſept à huit lignes, & dont le bord inférieur *ab*, eſt percé de pluſieurs trous. On met une veſſie flaſque au fond de ce vaiſſeau: on recouvre cette veſſie d'un poids D, de ſept à huit livres. Ce poids doit être fait de maniere qu'étant poſé ſur la veſſie, ſa partie ſupérieure *cd* réponde à l'orifice du vaiſſeau. E F eſt un récipient qui recouvre tout l'appareil, lorſqu'il eſt poſé ſur la platine de la machine pneumatique.

USAGE de cet Appareil.

ON fait le vide ſous le récipient EF; la veſſie ſe tuméfie, comme dans le cas précédent, & on voit le poids D ſortir & s'élever au-deſſus du vaiſſeau A B.

Pour juger plus aiſément de la progreſſion

Planche IV. ſelon laquelle l'air ſe dilate & éleve le poids D, on diviſe la hauteur de ce poids en pluſieurs bandes différemment colorées.

On peut encore démontrer avec l'appareil ſuivant, qu'un corps qui cede à l'expanſion de l'air perd une partie de ſa peſanteur ſpécifique.

CINQUIME APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer que la dilatation de l'air diminue ſa peſanteur ſpécifique de certains corps

A (Pl. IV, fig. 7.) eſt un vaiſſeau de criſtal rempli d'eau & établi ſur la platine de la machine pneumatique. C'eſt un morceau de liége ſuffiſamment leſté de plomb pour que ſa peſanteur ſpécifique ſoit un peu plus grande que celle de l'eau. Le tout eſt recouvert du récipient DE. Fig. 7.

USAGE de cet Appareil.

Si on fait le vide ſous le récipient, l'air compris dans le liége ſe dilatera; une partie de cet air s'échappera ſous la forme de petits globules & l'autre partie dilatera le liége, le tuméfiera & diminuera ſa peſanteur ſpécifique. Elle deviendra donc moindre que celle de l'eau, & on le verra ſurnager. Si on reporte de l'air ſous le récipient, le liége ſe condenſera, ſa peſanteur ſpécifique augmentera, & il ſe précipitera.

Cette expérience fournit un moyen d'expliquer comment il arrive que le cadavre d'un noyé ſurnage, au bout de quelque temps, ſe précipite enſuite pour ſurnager encore quelque tems après. Planche IV.

Cadavre qui revient ſur l'eau.

Le principe de la vie détruit dans un noyé, il s'engendre une fermentation putride dans ſes humeurs. Cette fermentation dégage une quantité plus ou moins notable d'air principe. Celui-ci ſe porte dans le tiſſu cellulaire & tuméfie le corps. Le volume de ce dernier venant à augmenter, ſa peſanteur ſpécifique diminue à proportion, & elle diminue au point que le cadavre, ſpécifiquement moins peſant que l'eau, ſurnage & vient à flot. Dans cet état, une portion du corps eſt enveloppée d'eau, tandis que celle qui ſurnage eſt expoſée au contact de l'air, qui hâte le progrès de la putréfaction. Celle-ci s'accroît au point que les parties tuméfiées ſe crevent & s'affaiſſent: le volume du corps diminue; ſa peſanteur ſpécifique augmente, & le cadavre retombe au fond de l'eau. Il y demeure juſqu'à ce que quelqu'autre partie, encore tuméfiée par le dégagement de l'air qui ſe continue, rende ſa peſanteur ſpécifique moindre que celle de l'eau; ce qui arrive dans l'eſpace de peu de jours, & on revoit encore le cadavre ſur l'eau.

Planche IV. Ces alternatives peuvent avoir lieu pluſieurs fois, & il n'eſt pas poſſible de déterminer ce nombre de fois.

SIXIEME APPAREIL.

Biere qui mouſſe ſous le récipient. Fig. 8. A (Pl. IV, fig. 8.) eſt un vaiſſeau cylindrique de criſtal, dans lequel on a renfermé une petite quantité de biere, juſqu'en *ab*, par exemple; le tout eſt recouvert du récipient CD.

USAGE de cet Appareil.

SI on fait agir la pompe, l'air ſe dégage de la biere & la ſouleve en mouſſe, dont le vaiſſeau ſe trouve rempli après quelques coups de piſton.

SEPTIEME APPAREIL.

Ventouſe ſeche. Fig. 9. AB (Pl. IV, fig. 9) eſt un petit récipient de criſtal, ouvert à ſes deux extrémités & dont les bords ſupérieurs & inférieurs ſont bien dreſſés.

USAGE de cet Appareil.

PLACÉ ſur la platine de la machine pneumatique, on ferme l'ouverture ſupérieure de ce récipient avec la paume de la main, on fait le vide, & on éprouve 1°. que la main s'applique au récipient; 2°. que la partie char-

nue qui répond à cet orifice, ſe tuméfie; ce qui prouve tout à la fois la preſſion de l'air extérieur & la dilatation de celui qui ſe trouve renfermé dans la partie de la main qui répond à l'orifice de ce vaiſſeau. Planche IV.

Nous avons obſervé précédemment qu'on pouvoit raréfier l'air de deux manieres, en diminuant ſa maſſe dans une capacité donnée, ou par l'interméde d'un autre fluide expanſif introduit dans une maſſe d'air pareillement renfermée dans un certain eſpace. Les appareils précédens, mis en jeu, ne laiſſent point de doute ſur le premier de ces deux principes: le ſuivant démontre manifeſtement la certitude du ſecond.

Planche V.

HUITIEME APPAREIL.

Jet d'eau occaſioné par la raréfaction de l'air, produite par l'interméde du feu. Fig. 1.

A (Pl. V, fig. 1.) eſt un vaiſſeau mince de métal, dont la forme eſt retrécie vers le bas. Ce vaiſſeau eſt ſurmonté d'un baſſin B. A travers le fond de ce baſſin, qui forme le deſſus du vaiſſeau, paſſe un tube FG, ſoudé au fond du baſſin & qui deſcend juſqu'à une ligne ou deux du fond du vaiſſeau A. On remarque au baſſin une petite ouverture en *o*, par laquelle on introduit de l'eau dans le vaiſſeau A, juſqu'aux deux tiers ou environ de ſa capacité; ſuppoſons juſqu'en *a b*. On a

Planche V. ſoin de boucher exactement enſuite l'ouverture *o*.

CD eſt un ſecond vaiſſeau qui renferme le le premier, & qui laiſſe entre eux un eſpace aſſez grand pour qu'on puiſſe y introduire une certaine quantité d'eau bouillante par l'entonnoir E, qu'on bouche également après. Ce ſecond vaiſſeau eſt ſoudé au premier; au-deſſous du vaiſſeau extérieur on remarque une petite douille H, qu'on a ſoin de fermer avec un bouchon de liége. C'eſt par cette ouverture qu'on évacue l'eau qu'on y a introduite par l'entonnoir E. Le tout eſt poſé ſur un chaſſis ſoutenu ſur trois pieds.

USAGE de cet Appareil.

Le vaiſſeau A étant rempli d'eau juſqu'en *ab*, on verſe par l'entonnoir E, de l'eau bouillante au point d'en remplir preſqu'entiérement le vaiſſeau CD. La chaleur de cette eau raréfie l'air compris dans la partie ſupérieure du vaiſſeau A. Cet air ſe raréfie, ſe dilate, preſſe la maſſe d'eau qui eſt au-deſſous, & celle-ci jaillit auſſi-tôt par l'orifice F.

SECOND MOYEN.

Planche V.

Des Appareils propres à manifeſter le reſſort de l'air par la compreſſion qu'on lui fait ſubir.

ON comprime l'air en lui faiſant porter un nouveau poids, outre celui qu'il exerce habituellement ſur lui-même, ou en l'obligeant à ſe reſſerrer dans un eſpace plus petit que celui qu'il occupe naturellement; deux manieres également ſimples & efficaces, que nous allons faire connoître par le développement des appareils ſuivans.

NEUVIEME APPAREIL.

L'air comprimé par l'addition d'un poids d'une colonne de mercure. Fig. 2.

ABC (Pl. V, fig. 2.) eſt un tube de criſtal recourbé de maniere que ſes deux branches AB & BC ſoient parallèles. La branche AB eſt d'environ trente pouces de longueur. La petite BC, fermée hermétiquement en C, eſt de ſix pouces, pris depuis la ligne de niveau *a b*, & exactement cylindrique dans toute ſa longueur. Ce tube eſt placé ſur une planche DE, ſoutenu ſur un appui G & attaché avec deux ou trois fils de métal qui traverſent l'épaiſſeur de la planche. Celle-ci eſt retenue dans une ſituation verticale par le pied ſur lequel elle eſt établie.

Planche V. Le côté D *b* de cette planche, pris depuis le niveau *b*, eſt diviſé par pouces juſqu'au haut du tube, & le côté oppoſé eſt diviſé depuis le niveau *a*, juſqu'au haut du tube, en trois parties, ce qui fournit les diviſions $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$.

Usage de cet Appareil.

On fait couler par l'ouverture A du tube, une petite quantité de mercure ſuffiſante pour engorger la croſſe B, & diviſer en deux parties la colonne d'air compriſe dans toute la longueur du tube. La colonne B C eſt alors réduite à la longueur de ſix pouces, & preſſée ſeulement du poids qu'elle ſupporte naturellement & que l'air exerce ſur lui-même par ſa hauteur, priſe des confins de l'atmoſphère; poids qui équivaut à la preſſion d'une ſemblable colonne de mercure de vingt-huit pouces de hauteur, terme moyen.

On verſe alors du mercure dans la longue branche AB, juſqu'à la hauteur de quatorze pouces. L'addition de ce poids ſurcharge la petite colonne d'air d'un tiers en ſus de ſon poids naturel. Elle ſe comprime alors; elle ſe réduit aux deux tiers de ſa longueur & on voit le mercure s'élever dans le tube BC, juſqu'à la premiere diviſion $\frac{1}{3}$. Si on ajoute une nouvelle doſe de mercure, de façon que

cette colonne arrive à la hauteur de vingt-huit pouces, la colonne d'air, renfermée dans le tube BC, céde à cette nouvelle preſſion, ſupporte un poids double de celui de l'atmoſphère, ſe réduit à la moitié de ſa longueur, & le mercure s'éleve dans la branche BC juſqu'à la diviſion $\frac{1}{2}$, ou juſqu'à la moitié de la longueur du tube. Planche V.

Ce fut par une expérience ſemblable que MM. *Boyle* & *Mariotte*, crurent démontrer que l'air ſe condenſe à raiſon des poids dont il eſt chargé. C'eſt une queſtion qu'on doit examiner avec d'autant plus de ſoin que cette regle, quoique confirmée par ce que nous venons de faire obſerver, n'eſt cependant pas conſtante lorſqu'on fait ſupporter à l'air un poids beaucoup plus conſidérable.

DIXIEME APPAREIL.

La fontaine de compreſſion. Fig. 3.

A (Pl. V, fig. 3.) eſt un vaiſſeau de cuivre rouge d'une demi-ligne au moins d'épaiſſeur, dont la forme doit être rétrécie vers le bas. Il eſt fermé en deſſus par une plaque circulaire de cuivre fondu *ab*, de trois pouces de diamètre & de trois à quatre lignes d'épaiſſeur, exactement ſoudée au corps du vaiſſeau. Cette plaque eſt percée d'un trou taraudé, dans lequel on viſſe le tube BC, qui

Planche V. descend jusqu'à une ligne près du fond du vaisseau A. Ce tube porte un collet qui s'applique sur la plaque de cuivre *ab*, & qui y presse fortement un cuir gras, qui doit être interposé dans leur jonction. D est un robinet fort exact, ménagé vers le haut du tube BC, pour ouvrir ou fermer à volonté la communication entre l'air extérieur & la capacité du vaisseau A. E est un ajutage pratiqué au centre d'un petit bassin R. Cet ajutage se monte à vis sur le robinet D. F & G sont deux oreilles de cuivre, qui tiennent au pied de la machine, qu'elles excédent de cinq à six pouces.

Fig. 4. AB (Plan. V, fig. 4.) est une pompe, ou simplement une seringue de métal, dont le piston C, fait de plusieurs tranches de cuir, remplit exactement la capacité. *a* est une petite ouverture pratiquée vers le haut de la pompe, & qui se trouve immédiatement au-dessous du piston lorsqu'il est élevé jusqu'au haut. C'est par cette ouverture que l'air extérieur pénetre dans la pompe & remplit sa capacité. D est un canal soudé au fond de la pompe & qui porte extérieurement un pas de vis.

L'ouverture de ce canal est fermée par une petite bande de vessie affouplie avec de l'eau

& fortement liée autour de ce canal. Elle permet à l'air renfermé dans la pompe & pouſſé par le piſton, de s'échapper par cette ouverture, & elle refuſe paſſage à cet air, ou à tout autre fluide qui voudroit s'inſinuer dans la pompe par cet orifice. Le pas de vis du canal D ſe monte ſur le robinet D (fig. 3.); il n'eſt pas néceſſaire de répéter ici qu'il faut interpoſer des cuirs gras dans toutes les jonctions. Planche V.

Usage de cet Appareil.

Le vaiſſeau A étant rempli d'eau juſqu'aux deux tiers de ſa capacité, & le tube BC étant fortement viſſé ſur la platine *ab*, on ſupprime l'ajutage E & on ſubſtitue à ſa place la pompe AB (fig. 4.): on ouvre le robinet D, on applique les deux pieds ſur les oreilles F & G, & on fait agir la pompe. A chaque coup de piſton on introduit une colonne d'air dans le vaiſſeau A: cet air ſpécifiquement moins peſant que l'eau, s'éleve au-deſſus de ce dernier liquide & condenſe la maſſe d'air qu'il y rencontre. Lorſqu'il eſt ſuffiſamment condenſé, on ferme le robinet D, on enleve la pompe & on ſubſtitue à ſa place l'ajutage E. On ouvre le robinet: l'air condenſé dans la partie ſupérieure de l'inſtrument, faiſant alors effort pour ſe mettre en équilibre avec l'air Fig. 4

Planche V. extérieur, ſe dilate & pouſſe devant lui une colonne d'eau qui s'éleve à trente ou quarante pieds de hauteur, ſuivant la quantité de coups de piſton qu'on a donné, le jet diminue progreſſivement de hauteur, & c'eſt une obſervation que le Phyſicien doit développer.

ONZIEME APPAREIL.

Fuſil à vent. Fig. 5. A (Pl. V, fig. 5.) repréſente la croſſe d'un fuſil: elle eſt faite de métal, creuſe en dedans & bien ſolide, pour qu'elle puiſſe réſiſter à l'effort de l'air condenſé qu'elle doit contenir. Vers l'origine de cette croſſe on voit une ſoupape *a*, faite en forme de cône tronqué. Elle eſt deſtinée à fermer l'orifice de la croſſe & à retenir l'air qu'on y introduit: elle s'ouvre en ſe portant vers le fond de cette croſſe; mais elle eſt continuellement pouſſée en ſens contraire, par l'effort d'un reſſort à boudin *b*, & plus encore par l'action de l'air qui tend à ſe développer en tous ſens, lorſqu'il eſt condenſé dans l'intérieur de l'inſtrument.

On monte à vis ſur la croſſe la batterie BC: elle eſt compoſée de deux lames d'acier qui forment une eſpece de caiſſe, dans laquelle on remarque les pieces ſuivantes. 1°. Une tige d'acier E, qui ſe meut vers I ſur deux pivots & qui ſe loge entre les deux lames d'acier,

en bandant fortement le reſſort D. Elle eſt retenue dans cette ſituation par une baſcule *FH*, mobile elle-même ſur deux pivots. Cette baſcule ſe termine par un crochet qui ſaiſit un petit mentonnet ménagé vers la baſe de la tige E. Elle eſt elle-même contenue par un reſſort G attaché à une queue fixe ſemblable & parallèle à celle de la baſcule. Planche V.

En preſſant modérément les deux queues, on lâche le reſſort G. Le reſſort D ſe détend alors avec effort & repouſſe la lame E. Sa tête vient frapper ſur celle d'une tige de fer I, qui heurte vigoureuſement en *c* ſur la tête de la ſoupape. Le reſſort à boudin *b* cede, & la ſoupape deſcend; elle laiſſe un petit eſpace circulaire autour d'elle, par lequel l'air condenſé dans la croſſe A s'échappe & enfile le canon OP.

Usage de cet Appareil.

On démonte la batterie BC & on monte à ſa place la pompe AB (fig. 4.) ou une ſemblable non garnie de ſa ſoupape; on injecte par ſon moyen pluſieurs colonnes d'air dans la croſſe A; & lorſqu'on le croit ſuffiſamment condenſé, on enleve la pompe pour ſubſtituer la batterie. On met une balle de fuſil en O, extrêmité d'un canal qui termine Fig. 4.

Planche V. cette batterie, & on ajuſte le canon P par-deſſus. On bande le reſſort D, & l'inſtrument eſt prêt à faire ſon effet.

La détente ou le reſſort G étant lâché, l'air s'échappe avec effort, & la balle va percer à vingt-cinq pas de diſtance une planche d'un pouce d'épaiſſeur. Cet inſtrument tire plus ou moins de coups de ſuite, mais leur effet va toujours en diminuant.

NOMBRE TROISIEME.

Des Appareils propres à démontrer les applications qu'on a ſu faire de la peſanteur & du reſſort de l'air.

La connoiſſance des deux propriétés dont nous venons de parler & que nous venons de démontrer appartenir à l'air, a donné naiſſance à nombres de machines plus curieuſes les unes que les autres, & elles méritent de trouver place dans le cabinet d'un Phyſicien. Nous en décrirons pluſieurs parmi leſquelles on en trouvera qui ſont de la plus grande importance.

PREMIER

PREMIER APPAREIL.

Planche VI.

A (Plan. VI, fig. 1.) est un vaisseau communément de métal, mais que le Physicien fait construire en verre pour en faire voir plus aisément l'effet; il s'abouche avec les deux tubes B & C, ouverts à leurs extrémités. La pompe de celliers. Fig. 1.

USAGE de cet Appareil.

CET appareil, qu'on connoît sous le nom de *pompe de celliers*, sert à puiser une liqueur sans la troubler. On le plonge jusqu'au-dessus de la boule A; la liqueur s'y éleve par le mécanisme des tubes communiquans, & l'air s'échappe pendant ce tems par l'orifice supérieur. Lorsque la boule est remplie, on ferme l'orifice du haut avec le pouce & on enleve l'appareil sans que la liqueur s'écoule; ce qui dépend de la résistance que l'air fait éprouver à la colonne de liqueur qui se présente à l'orifice C. Lorsqu'on veut évacuer ce vaisseau on débouche l'orifice supérieur.

SECOND APPAREIL.

A (Pl. VI, fig. 2.) est un vaisseau cylindrique de métal dont le fond B est percé d'une multitude de très-petits trous. Il est surmonté d'un tube ouvert P. L'arrosoir percé par le fond. Fig. 2.

Planche VI.

Usage de cet Appareil.

Ce que nous venons de dire du précédent fait suffisamment connoître l'usage de celui-ci, avec lequel on transporte une masse d'eau dans un vaisseau criblé par le fond. C'est une espece d'arrosoir qui peut être très-commode en quantité de circonstances.

Troisieme Appareil.

L'entonnoir magique. Fig. 3.

AB (Pl. VI, fig. 3.) est un entonnoir ordinaire de fer-blanc, dans lequel on en renferme un second *a*, qui laisse un espace vide entre deux & suffisamment grand pour contenir un verre d'eau; la queue est commune à ces deux entonnoirs. On remarque en *b*, vers l'origine de cette queue, une ouverture qui pénetre dans l'espace intermédiaire. On en remarque une semblable en *o*, sur le bord de l'instrument & à côté de l'anse par laquelle on le tient. Celle-ci communique encore dans le même espace intermédiaire.

Usage de cet Appareil.

Si on bouche l'orifice inférieur de la queue & qu'on remplisse d'une liqueur quelconque l'entonnoir *a*, la liqueur passant par l'orifice *b*, s'élévera en même tems dans l'espace in-

termédiaire, tandis que l'air qui remplit cet eſpace s'échappera par l'orifice *o*. Lorſque le tout ſera rempli, ſi on bouche avec le pouce le petit trou *o* & qu'on débouche la queue, la liqueur compriſe dans l'entonnoir *a* s'écoulera & l'eſpace intermédiaire demeurera rempli juſqu'à ce qu'on débouche l'orifice *o*. On pourra ſuſpendre à volonté cet écoulement & donner à cette expérience tout le merveilleux qu'on voudra. Planche VI.

QUATRIEME APPAREIL.

La fontaine intermittente. Fig. 4.

A (Pl. VI, fig. 4.) eſt un réſervoir de criſtal; on le fait ordinairement de métal, lorſqu'on veut rendre l'expérience ſurprenante & mettre du myſtere dans l'opération. Ce réſervoir eſt maſtiqué dans une douille *qb*, à laquelle eſt ſoudée une boule ou une poire creuſe de métal B C, qui communique avec le réſervoir A. Du bas de ce ſecond réſervoir B C partent quatre petits tuyaux en forme d'ajutage.

Le tube D E, qui ne doit avoir que trois lignes ou environ de diamètre dans la longueur de ſon canal, s'éleve juſqu'au haut du réſervoir A, & s'implante dans la douille F, ſoudée au centre du baſſin G.

Cette douille, ainſi que le tube DE, por-

Planche VI. tent une échancrure vers le bas : ces deux échancrures se correspondent & livrent passage à l'air qui entre par le canal DE & s'éleve dans le réservoir A. Au centre du bassin G, on remarque dans l'intérieur de la douille un petit trou *o* de deux lignes ou environ de diamètre, mais moindre que la somme des orifices des quatre ajutages. Ce trou établit une communication entre le bassin G & le bassin H, qui est au-dessous du précédent, auquel il est soudé. On voit en I, un trou qui s'ouvre dans le bassin inférieur H : il est destiné à donner issue à l'air pendant le tems de l'expérience, & il sert à évacuer ce bassin lorsqu'elle est faite.

Usage de cet Appareil.

Le réservoir A étant rempli d'eau & la fontaine étant mise sur son pied, on conçoit que l'eau coule par les ajutages & tombe dans le bassin G; elle s'écoule ensuite par l'orifice *o*, dans le bassin H; mais comme cet orifice est plus petit que la somme des quatre par lesquels elles s'échappe du réservoir A, elle ne s'écoule pas dans la même proportion qu'elle tombe dans le bassin G. Elle séjourne donc dans celui-ci; elle s'y amasse & elle s'y éleve au point de boucher l'orifice qui donne passage à l'air extérieur.

Ce dernier fluide ceſſant alors de circuler librement & de paſſer dans le réſervoir A, la réſiſtance des colonnes d'air qui répondent aux ajutages, s'oppoſe à l'écoulement de l'eau & la fontaine ceſſe de couler. Pendant ce tems le baſſin G s'évacue, les échancrures ſe débouchent, l'air rentre par le canal FD, & la fontaine recommence à couler, juſqu'à ce que le même orifice ſe trouve encore obſtrué, ce qui fait une fontaine intermittente & fournit au Phyſicien le moyen de rendre raiſon de quantité de fontaines naturelles qui produiſent effet tout-à-fait ſemblable. Planche VI.

CINQUIME APPAREIL.

A (Plan. VI, fig. 5.) eſt un grand réſervoir de métal, ſurmonté d'un baſſin B de même matiere. On voit au centre de ce baſſin un canal CD qui deſcend juſqu'à une ligne ou environ du fond du réſervoir A. Ce canal porte quelquefois au-deſſus du baſſin, un robinet deſtiné à ouvrir ou à fermer la communication entre l'air extérieur & le réſervoir A. On remarque en F un trou ſurmonté d'une petite douille & d'un robinet; c'eſt par cet orifice qu'on remplit d'eau le réſervoir A. On remarque encore dans le Fontaine d'Hyéron. Fig. 5.

Planche VI. même baſſin, l'origine d'un canal de métal GH, qui demeure ouvert : ce canal qui deſcend juſqu'au bas du réſervoir IK, eſt ſoudé au fond du baſſin B, traverſe le réſervoir A, au fond duquel il eſt également ſoudé, & n'a conſéquemment aucune communication avec ce réſervoir.

De la partie ſupérieure du ſecond réſervoir IK, s'élève un canal MN, qui pénetre juſqu'au haut du réſervoir A. Il eſt ſoudé en M & au fond inférieur du réſervoir A. L eſt un robinet adapté à un tube qui raſe le fond du réſervoir IK; c'eſt par ce robinet qu'on évacue l'eau de ce réſervoir.

Les deux tubes GH & MN, ſont courbés de maniere qu'ils ſe réuniſſent; ils ſont renfermés tous les deux dans une colonne creuſe OP, qui ſert de ſupport à la partie ſupérieure de la machine.

USAGE de cet Appareil.

ON remplit d'eau le réſervoir A, par le canal F, & on ferme exactement enſuite la clef du robinet qui y eſt adapté. Cela fait, on jette une pinte ou deux d'eau dans le baſſin B, elle ſe précipite auſſi-tôt par le canal GH, dans le réſervoir inférieur IK. L'air, dont celui-ci eſt rempli, cede la place à l'eau, s'échappe

par le canal MN & vient condenſer la petite maſſe d'air qui ſe trouve au-deſſus de l'eau, dans le réſervoir A. L'air condenſé preſſe la maſſe d'eau qui lui répond & la fait jaillir par le tube DC. Elle retombe alors dans le baſſin B, d'où elle s'écoule dans le réſervoir IK, & elle continue à faire jouer la fontaine tant qu'il reſte de l'eau dans le réſervoir A. Planche VI.

On fait de ces ſortes de machines en verre, & on voit plus facilement le méçaniſme de leur opération.

Sixième Appareil.

Le ſiphon ordinaire. Fig. 6.

Sur une tablette AB (Pl. VI, fig. 6.), s'éleve un montant de bois CD, chantourné comme il eſt indiqué par la figure. Vers le haut de ce montant eſt adapté un petit ſupport E, ſur lequel on établit un vaiſſeau de criſtal F rempli d'eau. Dans ce vaiſſeau plonge la plus courte branche du ſiphon KGH, dont la branche GH eſt logée dans une rainure pratiquée ſur l'épaiſſeur du montant CD. On diſpoſe au-deſſous de l'ouverture H du ſiphon, un baſſin I deſtiné à recevoir l'eau qui doit s'écouler par cette ouverture.

Planche VI.

USAGE de cet Appareil.

ON raréfie l'air compris dans la longueur du ſiphon, en faiſant une ſuccion par l'orifice H. Le ſiphon ſe remplit d'eau & ſoutire toute celle dans laquelle la petite branche GK ſe trouve plongée.

L'effet de cet inſtrument dépend de la preſſion de l'air qui s'appuie ſur la ſurface de l'eau renfermée dans le vaiſſeau, dans lequel plonge la petite branche du ſiphon. mais comment ſe fait-il, pourra-t-on objecter, que l'effet de la preſſion de cette colonne d'air étant moindre que celui de la réaction de la colonne qui ſe préſente à l'orifice de la longue branche, l'eau continue à couler par celle-ci; cette derniere colonne étant en effet plus longue que celle qui s'appuie ſur l'eau du réſervoir, doit réagir plus que ſuffiſamment pour contre-balancer l'effort ou la preſſion de cette derniere. Pour répondre à cette difficulté, il faut obſerver que, dès qu'on a déterminé, par la ſuccion, l'eau du réſervoir à monter dans la petite branche, à paſſer par-deſſus la croſſe du ſiphon, & à ſe précipiter par la longue branche, cette colonne d'eau, uniſſant ſon poids à la preſſion de la plus courte des deux colonnes d'air, eſt

plus que ſuffiſante pour ſurmonter la réſiſtance de la colonne d'air, qui paroît s'oppoſer à l'écoulement du ſiphon. Planche VI.

Pour éviter l'inconvénient auquel on eſt expoſé, de recevoir de la liqueur dans la bouche lorſqu'on fait une ſuccion au bout de la longue branche du ſiphon, on ſe ſert du ſuivant.

SEPTIEME APPAREIL.

ON ſubſtitue ſur la même monture l'inſtrument repréſenté (Pl. VI, fig. 7.); celui-ci ne differe du précédent que par ſon tube communiquant DE, ſoudé vers l'extrémité inférieure de ſa longue branche. Le ſiphon double. Fig. 7.

USAGE de cet Appareil.

ON bouche avec le doigt l'orifice C du ſiphon & on aſpire l'air par l'orifice D de la branche montante & communiquante ED. On ceſſe cette aſpiration dès que la liqueur eſt parvenue au-deſſus de la croſſe, ſans attendre que, deſcendue au bas de la tige BC, elle remonte vers D. On débouche alors l'orifice C & le ſiphon produit ſon effet.

Veut-on profiter de la chute de l'eau par la longue branche du ſiphon, pour former un jet d'eau? on ſubſtitue au précédent ſiphon l'appareil ſuivant.

Planche VI.

HUITIEME APPAREIL.

Le ſiphon à jet d'eau. Fig. 8. Fig. 6.

LA petite branche BA du ſiphon ABCD (Pl. VI, fig. 8.), étant plongée dans le réſervoir F (fig. 6.), ſa longue branche BC deſcend le long du montant CD, & ſon extrémité inférieure étant tournée de bas en haut, forme un petit ajutage vers le centre du baſſin I.

USAGE de cet Appareil.

ON raréfie l'air de la longue branche par l'ajutage D; l'eau deſcend dans ce ſiphon, comme dans les précédens, par un mouvement accéléré. Parvenue en D, elle s'éleve à une hauteur plus ou moins grande, ſous la forme d'un jet d'eau. Il convient d'expoſer ici les obſtacles qui empêchent l'eau de s'élever juſqu'au niveau de celle qui eſt compriſe dans le réſervoir F.

NEUVIEME APPAREIL.

Autre ſiphon à jet d'eau. Fig. 9.

AB (Pl. VI, fig. 9.) eſt un vaiſſeau conique de criſtal, d'un pied ou environ de hauteur, fermé par le haut & maſtiqué inférieurement dans une virole de cuivre CD, percée de deux trous. Par l'un de ces trous paſſe le tube EG, qui s'éleve à la hauteur de

deux pouces dans l'intérieur & au centre du vaiſſeau AB, où il ſe termine ſous la forme d'un ajutage. On adapte & on maſtique à l'autre orifice le tube F H. Planche VI.

USAGE de cet Appareil.

ON verſe de l'eau par l'orifice E du tube EG, juſqu'à ce qu'il en ſoit entré dans le vaiſſeau AB au point de le remplir à la moitié ou aux deux tiers de ſa capacité. On renverſe enſuite bruſquement ce vaiſſeau & on le poſe à la place des ſiphons précédens ſur le même appareil (fig. 6.) où il eſt retenu par deux tiges de métal *a*, *b*, qui entrent dans deux oreilles attachées aux deux côtés de la monture. Le tube *EG* plonge alors dans le réſervoir F, l'eau s'écoule du vaiſſeau AB, l'air s'y raréfie à proportion, & l'air extérieur devenant prépondérant, porte l'eau du réſervoir par l'ajutage G juſqu'au haut du vaiſſeau AB. Fig. 6.

Le ſiphon de *Reiſelius*, dont les deux branches ſont égales, ne dément point la théorie des ſiphons.

DIXIEME APPAREIL.

adbc (Plan. VI, fig. 10.) eſt un ſiphon dont les branches *ad* & *bc*, ſont égales. L'une de ces branches doit être plongée dans Le ſiphon de Reiſelius. Fig. 10.

Planche VI. un vaiſſeau B rempli d'eau, & l'autre vient ſe terminer dans une capſule C; il eſt ſoutenu ſur un ſupport FE, qui s'éleve au-deſſus de la tablette AD : celle-ci porte en même tems les deux vaiſſeaux B & C.

Usage de cet Appareil.

On remplit d'eau ce ſiphon & on bouche avec le doigt l'une de ſes deux branches; car il peut également faire l'expérience de l'une & de l'autre. On plonge bruſquement la branche ouverte dans le vaiſſeau B; on débouche l'autre branche, & le ſiphon coule dans la capſule C.

Il eſt facile de voir que ce ſiphon ne contredit en rien la théorie des précédens; puiſqu'eu égard à la profondeur à laquelle l'une des branches eſt plongée, l'autre devient plus longue.

Onzieme Appareil.

Appareil fait pour démontrer la cauſe de ces phénomènes. Fig. 11.

Le ſiphon *abc* (Plan. VI, fig. 11.) eſt plongé dans le vaiſſeau A, rempli d'eau & élevé ſur un pied S. Ce ſiphon eſt exactement maſtiqué au col du vaiſſeau A, de ſorte que l'air extérieur ne peut pénétrer dans la capacité de ce vaiſſeau. On remarque en *d* une vis de preſſion, dont le collet eſt garni d'un

cuir gras & qui ferme exactement une petite ouverture ménagée au col du vaiſſeau A. L'extrêmité *c* de ce ſiphon répond à un baſſin B. Planche VI.

Usage de cet Appareil.

On aſpire l'air par l'orifice *c* & on fait venir l'eau du réſervoir dans le ſiphon. Elle y demeure ſuſpendue ſans s'écouler, tant que l'air ne peut ſe faire jour au-deſſus de la ſurface de l'eau du réſervoir ; mais ſi on ſupprime la vis *d*, & qu'on donne accès à l'air extérieur, le ſiphon produit complettement ſon effet.

Douzieme Appareil.

A (Plan. VI, fig. 12.) eſt un verre ordinaire dont la coupe eſt percée à ſon fond & dont la tige forme un canal qui s'ouvre au-deſſous de la pate du verre. On fait paſſer par ce canal la longue branche d'un ſiphon *cba*, tourné dans le verre en forme d'anneau & dont l'orifice qui termine la courte branche vient aboutir le plus près qu'il eſt poſſible du fond de la coupe. On maſtique exactement ce ſiphon au fond de la coupe, pour que la liqueur ne puiſſe s'écouler entre la branche deſcendante du ſiphon & les parois du canal qu'elle parcourt. Verre à diabete. Fig. 12.

Planche VI.

USAGE de cet Appareil.

ON verſe de l'eau ou toute autre liqueur dans le verre A, & elle y ſéjourne tant que la hauteur de l'eau n'excede point celle de la croſſe du ſiphon ; mais pour peu qu'elle excede cette hauteur, toute la liqueur s'écoule par la longue branche du ſiphon.

TREIZIEME APPAREIL.

Autre eſpece de verre à diabetes. Fig. 13.

A (Plan. VI, fig. 13.) eſt un verre ſemblable au précédent, mais dans lequel on maſtique un tube de verre *ab*, ouvert à ſes deux extrêmités. Ce tube eſt recouvert d'un autre plus large B, fermé hermétiquement en C

USAGE de cet Appareil.

L'USAGE de celui-ci eſt préciſément le même que celui du précédent, & on explique facilement l'effet qu'ils produiſent l'un & l'autre par la théorie des ſiphons.

De toutes les machines auxquelles la peſanteur & le reſſort de l'air ont donné naiſſance, il n'en eſt point de plus curieuſes & de plus utiles en même tems que les pompes : on les diſtingue communément en *ſimples* & en *compoſées*. Les premieres ſont de trois

especes ; *la pompe aſpirante*, *la pompe élévatoire & la pompe foulante.* Les compoſées réſultent de la combinaiſon des premieres ; elles ſont encore de trois eſpeces, *aſpirantes & élévatoires*, *aſpirantes & foulantes*, *aſpirantes*, *foulantes & à réſervoir d'air.* Planche VII.

QUATORZIEME APPAREIL.

AB (Plan. VII, fig. 1.) eſt un cylindre de cuivre ou de toute autre matiere, bien calibré intérieurement, & à la partie inférieure duquel on monte à vis un tube CD, qui plonge dans l'eau du réſervoir H. Dans l'intérieur du cylindre AB, ſe meut un piſton E, fait de pluſieurs tranches de cuir appliquées les unes ſur les autres & conduit par une tige de métal FG. C'eſt, à proprement parler, une ſeringue. Pompe aſpirante. Fig. 1.

USAGE de cet Appareil.

LA machine étant diſpoſée comme nous venons de l'indiquer, on retire le piſton de bas en haut ; l'eau s'éleve par le canal DC dans l'intérieur de la pompe & elle eſt ſimplement aſpirante.

QUINZIEME APPAREIL.

A (Pl. VII, fig. 2.) eſt un réſervoir rempli d'eau, dans lequel on établit le corps de la pompe BC, dont le piſton D ſe meut de Pompe élévatoire. Fig. 2.

Planche VII. bas en haut par le mouvement du chaſſis de fer EF. Le corps de pompe eſt percé en *a*, d'un trou qui répond au-deſſus du piſton D, lorſque celui-ci eſt deſcendu au fond de la pompe. On remarque dans l'intérieur de cette pompe une ſoupape G, qui s'éleve de bas en haut, & un tuyau de conduite HI qui ſurmonte l'appareil.

USAGE de cet Appareil.

LA machine étant diſpoſée comme nous venons de l'indiquer, & le piſton étant au bas du corps de pompe, l'eau pénétre par l'orifice *a* & recouvre le piſton : ſi on fait alors monter ce piſton, il éleve la maſſe d'eau. Celle-ci force la ſoupape G & l'oblige à s'élever. Parvenue au-deſſus de cette ſoupape, elle eſt retenue vers le haut de la pompe, & elle ne peut retomber ſur le piſton. En réitérant donc pluſieurs fois cette manœuvre, on parvient à élever l'eau juſqu'au haut du canal déférent HI : la pompe eſt alors ſimplement élévatoire.

SEIZIEME APPAREIL.

La pompe foulante. Fig. 3. AB (Pl. VII, fig. 3.) eſt un corps de pompe placé dans un réſervoir R rempli d'eau. Le piſton C eſt creux & fermé inférieurement

rieurement par une ſoupape S, qui ſe meut de haut en bas. Le corps de pompe eſt percé latéralement de deux trous; l'un en *a*, ſitué à quelques pouces au-deſſus du piſton C; le ſecond *b*, eſt pratiqué vers le fond du corps de la pompe & communique avec le canal déférent *b*D. On remarque à l'origine de ce canal une ſoupape *c*, qui s'ouvre du corps de pompe dans le canal, & permet à l'eau d'y entrer, mais qui lui refuſe paſſage lorſqu'elle tend à retourner dans le corps de pompe. Planche VII.

USAGE de cet Appareil.

LA pompe étant ſituée dans le réſervoir R, que nous ſuppoſons rempli d'eau, cette eau ſe précipite dans le piſton qui eſt creux, baiſſe la ſoupape S & engorge la partie inférieure de la pompe. Elle entre encore plus abondamment dans cet eſpace, lorſqu'on éleve le piſton juſqu'à la hauteur du trou *a*; mais lorſqu'on fait deſcendre ce piſton, il preſſe la ſurface de l'eau qui eſt au-deſſous; la ſoupape S ſe ferme, & l'eau fuyant du côté où elle éprouve le moins de réſiſtance, elle pouſſe devant elle la ſoupape *c*, & paſſe dans le canal déférent *b*D, d'où elle s'élance, par la preſſion du piſton, à une diſtance proportionnée à la force avec laquelle on pouſſe

Planche VII. ce piston, & la pompe est simplement foulante.

Les pompes simples sont de très-peu d'usage ; les composées, que nous allons décrire, produisent beaucoup plus d'effet : c'est la raison pour laquelle on ne se sert communément que de ces dernieres.

Dix-septieme Appareil.

Pompe aspirante & élévatoire. Fig. 4.

AB (Plan. VII, fig. 4.) est un corps de pompe bien calibré qui se termine inférieurement par un canal D, surmonté d'une soupape E, faite en forme de cône tronqué.

Comme les soupapes sont de la plus grande importance dans les pompes, nous croyons devoir les faire connoître en particulier ; elles auront toutes la même forme dans les trois especes de pompes qui nous restent à décrire. Ces soupapes sont incomparablement plus solides & meilleures que celles dont on se servoit anciennement ; la figure 5. représente séparément une de nos soupapes.

Elle est faite d'un côté tronqué & solide de cuivre A, qui se meut de bas en haut dans un cône creux de même matiere, ouvert à ses deux extrémités. Ces deux pieces sont rodées l'une dans l'autre, mais non au point de contracter une adhérence sen-

ſible lorſqu'elles ſont en contact. Le cône Planche
ſolide A eſt ſurmonté d'une tige de cuivre ; VII.
celle-ci paſſe par une ouverture faite à une
bride DE, placée à quelques lignes au-deſſus
de la ſoupape : elle tient au corps du cône
creux : elle modere le jeu du cône A & l'em-
pêche de s'élever bruſquement & de ſortir
de ſa place.

Dans le corps de pompe AB (fig. 4.), Fig. 4.
ſe meut un piſton creux V ; ce piſton eſt con-
duit par la tige de métal GH ; cette tige
forme en G une fourchette qui embraſſe le
piſton. On remarque entre les branches de
cette fourchette, une ſoupape F ſemblable à
celle que nous venons de décrire.

La queue GH du piſton eſt attachée à un
long lévier IK, qui ſe meut autour d'un
pivot placé en I. L & M ſont deux montans
qui s'élevent ſur les deux côtés d'une caiſſe
NO, doublée de plomb, & qui fait l'office
de réſervoir. Ces deux montans ſont unis
vers le haut par une traverſe PQ, à travers
laquelle paſſe l'extrémité ſupérieure du corps
de pompe ; il ſe termine en cet endroit par
une virole qui porte un écrou ſur lequel on
monte le réſervoir R, percé latéralement de
deux trous, auxquels on adapte deux ajutages
a & *b*.

Planche VII. On a ſoin de faire en criſtal toutes les parties de cette pompe qui ne ſont point expoſées à un effort capable de les briſer. On voit, par ce moyen, tout le jeu de la machine.

Usage de cet Appareil.

Lorsqu'on éleve le piſton V, on raréfie l'air qui eſt au-deſſous. La pompe eſt alors aſpirante; l'eau s'y éleve par le canal D, qui plonge dans l'eau du réſervoir. Le bas du corps de pompe étant engorgé, le piſton foule en deſcendant l'eau qui s'y eſt élevée. Elle ne peut retomber dans le réſervoir, parce que la ſoupape E lui ferme le paſſage. Elle monte donc alors par le canal creuſé dans l'épaiſſeur du piſton; la pompe devient alors aſpirante & élévatoire, puiſqu'à chaque fois qu'on éleve le piſton, elle aſpire l'eau du réſervoir par le canal D, & qu'elle éleve la colonne qui s'eſt portée au-deſſus du piſton : celle-ci engorge ſucceſſivement le corps de pompe & elle s'éleve juſques dans le réſervoir R, d'où elle coule par les ajutages *a*, *b*.

Dix-huitieme Appareil.

Pompe aſpirante & foulante. Fig. 6. Sur les côtés d'une caiſſe AB (Pl. VII, fig. 6.), s'élevent deux montans AC, BD, ſemblables à ceux qu'on remarque dans l'ap-

pareil précédent. Le corps de pompe EF eſt ſolidement établi vers l'un des côtés de cette caiſſe, & il ſe termine pareillement par un canal G, qui plonge dans l'eau du réſervoir AB. La partie ſupérieure de ce canal porte auſſi une ſoupape H ; le piſton I eſt plein, & il eſt conduit, comme le précédent, par le levier NO. Planche VII.

Vers le fond du corps de pompe, on voit une ouverture latérale qui communique avec un canal K, ſur l'extrémité duquel on monte à vis le tuyau déférent LM. A l'origine de ce tuyau eſt établie une ſoupape qui empêche l'eau de refluer de ce canal dans le corps de pompe.

USAGE de cet Appareil.

LORSQU'ON éleve le piſton I, la pompe eſt aſpirante ; l'eau s'éleve par le canal G & engorge la portion du corps de pompe qui ſe trouve ſituée au-deſſous du piſton. Lorſqu'on le fait deſcendre, elle s'échappe par le canal K, & elle paſſe de-là dans le tuyau déférent LM : la pompe devient alors foulante.

Le ſervice de cette pompe eſt très-étendu ; le ſeul défaut qu'on puiſſe lui reprocher, c'eſt d'être intermittente & de ne faire jaillir l'eau

Planche VII. que pendant le seul tems de la chute du piston. L'appareil suivant remédie à cet inconvénient.

Dix-neuvieme Appareil.

Pompe aspirante & foulante à réservoir d'air. Fig. 7.

Cette pompe (Plan. VII, fig. 7.) est semblable à la précédente. Nous avons placé les mêmes lettres aux parties correspondantes, afin qu'on puisse y appliquer la description que nous venons de donner de la précédente, dont elle ne differe que par le réservoir à air Q, dans lequel l'eau est obligée de passer avant de s'élever dans le tuyau déférent LM, qui plonge jusqu'au fond de ce réservoir. On remarque outre cela un bouton à vis *b*. Il ferme l'ouverture pratiquée au bout du canal K, par laquelle on évacue l'eau du réservoir Q.

Usage de cet Appareil.

L'eau élevée dans la pompe par l'aspiration du piston, se porte, lorsqu'on abaisse celui-ci, dans le réservoir Q. Elle passe de-là dans le tuyau LM : à proportion que l'eau passe dans ce réservoir, elle comprime la masse d'air qui y est interceptée, de sorte que cet air étant suffisamment comprimé, il se dilate pendant le tems qu'on éleve le piston, presse

l'eau qui est au-dessous & fait continuer le jeu de la pompe. Planche VII.

Veut-on démontrer que la raréfaction de l'air occasionée par l'élévation du piston, rend l'air extérieur prépondérant, & que cette prépondérance est la cause de l'élévation de l'eau dans l'intérieur des pompes aspirantes; l'appareil suivant est très-propre à cet effet.

VINGTIEME APPAREIL.

Jet d'eau occasioné par la prépondérance de l'air extérieur. Fig. 8.

AB (Plan. VII, fig. 8.) est un tube de cristal de trois à quatre pieds de hauteur; il pourroit être beaucoup plus grand. Les extrémités de ce tube sont mastiquées dans des viroles de cuivre H, E. Celle du haut est exactement fermée; celle du bas est ouverte & porte un écrou, dans lequel se visse le tube de cuivre CD, qui plonge par son extrémité inférieure dans un bassin M rempli d'eau, & dont l'autre extrémité s'éleve de sept à huit pouces dans l'intérieur du tube AB, où il se termine en forme d'ajutage. Ce tube est de deux pieces; il se démonte en N, où on remarque la base d'un robinet F, qui tient à la portion supérieure de ce tube. Tout l'appareil est monté à vis sur une tablette LK, soutenue sur trois pieds & au-dessous de laquelle est établi le bassin M.

Planche VII.

USAGE de cet Appareil.

ON détache l'appareil de deſſus la tablette; on démonte le tube ND & on monte à vis le robinet F ſur la platine de la machine pneumatique, pour faire le vide juſqu'à un certain point dans le tube AB. Cela fait, on ferme le robinet, on remet le tube ND en place & on remonte l'appareil ſur la tablette KL; on ouvre le robinet F & la preſſion de l'air extérieur fait jaillir l'eau du réſervoir juſqu'au haut du tube. Cet effet a lieu tant que la hauteur de l'eau qui s'amaſſe au bas du tube, n'excede pas la hauteur de l'ajutage DC.

Veut-on démontrer maintenant qu'en ſupprimant la preſſion de l'air, l'eau ne s'éléveroit point dans une pompe aſpirante? voici l'appareil deſtiné à cet effet.

VINGT-UNIEME APPAREIL.

Pompe aſpirante dans le vide. Fig. 9.

AU bec d'une pompe aſpirante AB (Pl. VII, fig. 9.), on monte à vis un tube de criſtal CD; le bec de cette pompe porte extérieurement une vis qui ſe monte ſur le fond d'une virole E, maſtiquée au goulot d'un récipient FG, ouvert par le haut. On interpoſe un cuir gras dans chacune de ces jonctions; on place ſur la platine de la machine

pneumatique un petit vaisseau H, rempli de mercure ; on le couvre du récipient FG, de façon que le bout du tube CD plonge dans le mercure. Planche VII.

Usage de cet Appareil.

Tant que le récipient est rempli d'air, le mercure s'éleve dans le tube DC, lorsqu'on retire le piston P & qu'on le fait monter de quelques lignes seulement. Si on fait ensuite le vide aussi exactement qu'il est possible, le mercure cesse de monter, ou il ne monte que d'une à deux lignes au plus, quoiqu'on retire le piston jusqu'au haut de la pompe.

La théorie des pompes, les dimensions qu'on doit donner à chacune de leurs parties pour obtenir le *maximum* de leur effet, la maniere de les employer, sont autant d'objets qui méritent toute l'attention du Physicien. On pourra consulter favorablement à ce sujet un très-bon Ouvrage de M. *Trabaut*, intitulé, *le Mouvement des Corps terrestres considéré dans les Machines.*

Planche VII.

PARAGRAPHE SECOND.

Des Appareils propres à faire connoître les qualités de l'air atmosphérique.

On entend par air atmosphérique, cette masse d'air qui enveloppe la surface de notre globe : elle est continuellement combinée avec quantité de substances étrangeres qui influent plus ou moins sur sa constitution & sur sa salubrité. Nous laissons au Physicien à considérer particuliérement ces substances, leurs variétés & les effets qu'elles doivent nécessairement produire sur ce fluide que nous respirons sans cesse, & dont les qualités ne peuvent varier qu'il n'en résulte des changemens plus ou moins manifestes dans les fonctions de l'économie animale. Nous en avons donné une idée suffisante dans le troisieme volume de nos *Elémens de Physique théorique & expérimentale*. Nous nous bornerons à indiquer ici les différens moyens que le Physicien peut employer pour juger des altérations continuelles auxquelles les propriétés essentielles de ce fluide sont exposées.

Le *Thermomètre* indique la température actuelle de l'air & nous fait juger des variations qui surviennent habituellement à cette température. Le *Baromètre* représente son

état de reſſort & de denſité ; l'*Hygromètre* marque ſes degrés de ſéchereſſe & d'humidité ; *l'Anémomètre* nous fait obſerver les mouvemens variés dont il eſt agité, & déſigne les vents qui regnent dans l'atmoſphère. Mais nous ne parlerons de cet inſtrument que dans la Section ſuivante. Nous diviſerons donc ce Paragraphe en trois Nombres. Planche VII.

Diviſion de ce paragraphe.

NOMBRE PREMIER

Du Thermomètre.

L'INVENTION de cet inſtrument eſt dûe à un Payſan du Nord-Hollande, nommé *Corneil Drebbel*, & on ne peut diſconvenir que ſi les défauts qu'on reproche juſtement à ce thermomètre empêchent qu'on puiſſe en faire uſage, il a du moins, ſur tous ceux qu'on a imaginés depuis, l'avantage d'être incomparablement plus ſenſible : en voici la conſtruction.

PREMIER APPAREIL.

AB (Planc. VIII, fig. 1.) eſt un tube de verre de trente à trente-ſix pouces de longueur ; ſurmonté d'une boule ſoufflée & très-mince C ; il plonge dans un vaiſſeau D, rempli d'une liqueur colorée, communément d'eau chargée d'une teinture d'orſeille. Le tout

Thermomètre de Drebbel. Fig. 1.

Planche VII. eſt établi ſur une planche E F, ſur la longueur de laquelle on a creuſé une rainure percée à jour, pour qu'on puiſſe voir l'appareil des deux côtés. La planche eſt graduée, pour cette raiſon, ſur ſes deux faces, & tout l'appareil eſt monté ſur un pied G, pour plus grande commodité, lorſqu'on veut démontrer cet inſtrument.

On échauffe, avec la main ou avec un morceau de papier allumé, la boule C; l'air qu'elle contient ſe dilate & s'échappe en partie par l'orifice inférieur du tube; les bulles s'élancent à travers la maſſe de la liqueur compriſe dans le réſervoir D. La boule venant enſuite à ſe refroidir, l'air qu'elle renferme ſe condenſe, la partie inférieure du tube demeure vide, & l'air extérieur y porte une portion de la liqueur du réſervoir.

* On remarque la hauteur à laquelle cette liqueur s'éleve dans un temps où la température de l'air eſt moyenne, & on place un zéro en cet endroit : on diviſe enſuite la planche en parties égales, en deſſus & en deſſous de cette premiere diviſion. La portion de l'échelle placée au-deſſus de zéro, indique les degrés de froid, & celle qui eſt au-deſſous marque les degrés de chaleur. Voilà le premier des thermomètres connus.

Planche VIII.

On reproche à cet inſtrument, & avec juſtice pluſieurs défauts eſſentiels. 1°. La graduation eſt incertaine; puiſque le point d'où l'on part pour le graduer eſt on ne peut plus équivoque, en ce qu'il dépend de la maniere d'être affecté de la chaleur actuelle. Or cette affection, toujours dépendante de la conſtitution du ſujet, du degré de ſenſibilité des fibres animales, tout-à-fait différent, non-ſeulement dans diverſes perſonnes, mais encore dans la même, ſuivant les circonſtances dans leſquelles elle ſe trouve, doit néceſſairement empêcher que la marche de ces ſortes d'inſtrumens ne s'accorde, & qu'on puiſſe en faire deux qui ſoient comparables entre eux. 2°. Cet inſtrument pêche encore dans ſa conſtruction; puiſque la liqueur de ſon réſervoir étant expoſée à la preſſion de l'air atmoſphérique, l'inſtrument fait tout à la fois fonction de thermomètre & de baromètre. On peut conſulter ſur ces défauts & quelques autres encore que nous paſſons ſous ſilence, un Ouvrage de *Muller*, intitulé, *Colleg. Expérim. part. 1.* ou le *l'Exicum Phyloſ.* de *Chauvin.*

Défauts du thermomètre de Drebbel.

Le thermomètre de *Sanctorius* differe trop peu du précédent pour le décrire en particulier. Il eſt bon néanmoins de lui donner place

Thermomètre de Sanctorius.

Planche VIII. dans l'hiſtoire de ces ſortes d'inſtrumens & d'indiquer l'uſage auquel ſon Auteur l'employoit. On trouvera une note ſuffiſante à ce ſujet, dans une très-bon Ouvrage du Pere *Cotte*, intitulé, *Traité de Météorologie*. Il y a décrit fort amplement tous les inſtrumens météorologiques connus juſqu'à préſent.

L'Académie de Florence ſe propoſa de remédier aux défauts du thermomètre de *Drebbel*, & voici comment elle s'y prit.

SECOND APPAREIL.

Thermomètre de Florence. Fig. 2. A l'extrémité inférieure d'un tube AB, (Pl. VIII, fig. 2.), de trente pouces ou environ de longueur, on ſouffle une boule C, de quinze à dix-huit lignes de diamètre. On remplit cette boule & une partie du tube d'une liqueur colorée très-dilatable, d'eſprit-de-vin, par exemple, coloré ſur l'orſeille, & on bouche ou on ferme hermétiquement l'orifice ſupérieur A. On applique l'inſtrument ſur une planche DE; on attache un anneau au haut de la planche pour la ſuſpendre.

Lorſque la température de l'air paroît moyenne, on marque un point à la hauteur à laquelle la liqueur ſe trouve ſuſpendue dans le tube, & on y place un zéro. On diviſe en

parties égales la portion supérieure ainsi que l'inférieure de cette planche. La division supérieure indique les degrés de chaleur & l'inférieure les degrés de froid. Moins imparfait, à la vérité, que le précédent, on peut néanmoins reprocher à celui-ci l'un des deux défauts que nous venons de remarquer dans le thermomètre de *Drebbel*. Le point d'où l'on part, pour le graduer, est le même, & conséquemment occasionne la même incertitude dans la marche de cet instrument; ajoutez, que le tube pouvant n'être pas bien calibré intérieurement, la division en parties égales peut être fausse: le peu d'usage qu'on fait actuellement du thermomètre de Florence rend inutiles les autres observations que nous pourrions faire sur sa construction. Nous remarquerons néanmoins, & cette remarque aura lieu pour ceux dont il nous reste encore à parler, que la méthode dont on fait usage pour remplir cet instrument de liqueur, est la même que nous avons indiquée en parlant, dans l'Article de la divisibilité, de la maniere de remplir une éolipile. Mais comme la boule d'un thermomètre doit être entiérement remplie, ainsi qu'une portion de son tube, nous observerons qu'en suivant ce procédé il reste toujours une petite bulle d'air qui fait une

Planche VIII.

Défauts du thermomètre de Florence.

Observation sur la maniere de remplir cet instrument.

Planche VIII. ſolution de continuité entre la liqueur de la boule & celle du tube.

Pour remédier à cet inconvénient & chaſſer cette bulle d'air, on ſaiſit le tube vers le milieu de ſa longueur & on le fait tourner bruſquement; la liqueur étant beaucoup plus denſe que l'air, elle acquiert plus de force centrifuge : elle ſe ramaſſe donc vers la boule & l'air ſe porte vers le haut du tube.

Les défauts de ces ſortes d'inſtrumens engagerent pluſieurs célebres Phyſiciens à s'occuper de leur conſtruction; & quoique nous devions beaucoup aux ſoins de pluſieurs Savans qui ſe livrerent à ces recherches, nous ne parlerons néanmoins que du moyen que *Newton* nous indiqua, pour régler l'échelle des thermomètres & de l'application qu'en firent *Fareinheit* & *Reaumur* dans la conſtruction des leurs, dont l'uſage eſt le plus fréquent parmi les Phyſiciens.

TROISIEME APPAREIL.

Thermomètre de Fareinheit. Fig. 3.

AB (Planc. VIII, fig. 3.) eſt un tube de verre, à l'extrémité duquel on a ſoudé un cylindre C, dont la capacité eſt à celle du tube dans le rapport de 11124 à 670. Ce cylindre & une portion du tube doivent être remplis de mercure qu'on a fait bouillir pendant

pendant long-tems dans un verre, afin de le purger d'air auſſi exactement qu'il eſt poſſible. Planche VIII.

La quantité ſuffiſante de mercure étant introduite dans cet inſtrument, on fait chauffer le cylindre au point de faire bouillir le fluide qu'il renferme & de le faire élever juſqu'au haut du tube, qu'on ferme alors hermétiquement, & ce tube ſe trouve purgé d'air.

On prépare enſuite un bain de glace pilée qu'on mêle avec du ſel ammoniac. On plonge le cylindre dans ce mélange & on marque avec un fil l'endroit correſpondant du tube où le mercure ceſſe de deſcendre. On plonge après cela le même cylindre dans l'eau bouillante, & on marque avec un ſecond fil le point où le mercure s'éleve dans le tube.

Cela fait, on établit l'inſtrument ſur une planche & on écrit le nombre 32 au point qui répond au premier fil: c'eſt, ſuivant *Fareinheit*, le terme de la premiere congélation de l'eau. On diviſe enſuite l'eſpace compris entre le premier & le ſecond fil en 212 parties égales, & on continue cette échelle juſqu'à 600.

Fareinheit prétendoit que le degré 32, pris dans le bain de glace mêlée avec du ſel ammoniac, devoit indiquer préciſément le

Planche VIII. degré de froid qui fait congeler l'eau & que tous les autres degrés au-deſſus juſqu'au 212e incluſivement, indiquoient préciſément tous les degrés de température, depuis le froid de la glace juſqu'à la chaleur de l'eau bouillante. Mais le terme de ſa congélation eſt-il auſſi fixe qu'il le prétendoit, & donne-t-il préciſément le terme de la congélation naturelle ? C'eſt une queſtion qu'on doit examiner avec ſoin.

Quoique le thermomètre de *Fareinheit* ſoit adopté de la plus grande partie des Phyſiciens, nous croyons néanmoins que celui de M. *de Reaumur* lui eſt préférable. Celui que nous décrirons ici eſt encore d'une conſtruction plus facile que celle à laquelle ce célebre Académicien s'aſtreignoit.

QUATRIEME APPAREIL.

Thermomètre de Réaumur. Fig. 4. AB (Planc. VIII, fig. 4.) eſt un tube de verre exactement calibré dans toute ſa longueur. A l'une des extrémités de ce tube, on ſouffle une boule ou un cylindre, ou même une eſpece de poire creuſe C, & on remplit cet inſtrument, comme les précédens, d'eſprit-de-vin coloré ſur orſeille, mais affoibli par ſon mélange avec un quart d'eau, afin de pouvoir trouver par-tout une liqueur de

même degré de dilatabilité. Toute ingénieuſe que ſoit cette idée de M. *de Reaumur*, il eſt bon d'obſerver qu'elle n'eſt point abſolument exacte. Il eſt difficile de trouver par-tout de l'eſprit-de-vin de même qualité, conſéquemment qu'on puiſſe regarder comme également dilatable par ſon addition avec une quantité d'eau donnée. Les moyens mêmes connus juſqu'à préſent pour juger de la qualité de l'eſprit-de-vin, ſont trop incertains pour qu'on puiſſe être aſſuré de la quantité d'eau requiſe pour amener une liqueur de cette eſpece au même degré de dilatabilité qu'une autre. On ne doit donc compter ici que ſur un à-peu-près, & cet à-peu-près peut ſuffire en cette circonſtance. Planche VIII.

On plonge enſuite la boule de cet inſtrument dans un bain de glace pilée ſeulement. La liqueur deſcend dans le tube & s'y tient fixée pendant un tems aſſez conſidérable pour qu'on puiſſe juger aiſément de ce terme, qu'on retrouve plus conſtamment & plus ſûrement chaque fois qu'on ſoumet l'inſtrument à la même épreuve que lorſqu'on ajoute du ſel amoniac, ſelon la méthode de *Fareinheit*. Ce point une fois déterminé, il conviendroit de prendre celui de l'eau bouillante; mais l'eſprit-de-vin dont cet inſtrument eſt

Planche VIII.

rempli ne ſupporte point, ſans quelques précautions particulieres, un auſſi grand degré de chaleur, il ſe réduiroit en vapeurs. On a donc un autre thermomètre conſtruit ſelon les mêmes principes, mais rempli de mercure; celui-ci ſert d'étalon au thermomètre fait à l'eſprit-de-vin. On place ce dernier à côté de ſon étalon & en moins d'un quart-d'heure on remarque la hauteur à laquelle la liqueur ſe trouve élevée dans le tube. On marque un point en cet endroit; on applique l'inſtrument ſur une planche D E, & on diviſe l'eſpace compris entre la premiere & la ſeconde indication, en autant de parties égales qu'il s'en trouve ſur l'étalon depuis le terme de la congélation; en continuant la diviſion de l'échelle, la température de l'eau bouillante doit répondre à 80 degrés.

Obſervations ſur les deux termes de l'échelle de Reaumur.

On doit à *Newton* les deux point fixes qui ſervent à régler ici l'échelle du thermomètre; mais malgré l'exactitude & la préciſion de ces deux points, ils ne furent reçus qu'après bien des conteſtations. On prétendit, & il y avoit une eſpece de fondement à cette prétention, que le terme de l'eau bouillante n'étoit point fixe. Ce fut M. *Taglini* qui fit le premier cette obſervation dans les Mémoires de l'Académie pour l'année 1730.

Il faut convenir que toutes ſortes d'eaux ne bouillent point au même degré de chaleur : celle-ci doit être plus grande, lorſque l'eau eſt plus denſe, telles que la plupart de nos eaux minérales ; mais on remédie à cet inconvénient, en faiſant uſage, pour cette expérience, d'eau diſtillée, dont la denſité eſt toujours & par-tout la même. Il faut cependant obſerver encore que l'eau diſtillée elle-même, ne bout pas toujours au même degré de chaleur ; ce qui dépend de la variété à laquelle le reſſort & le poids de l'air ſont expoſés. Planche VIII.

On conçoit en effet que ſi on veut faire bouillir de l'eau, il faut que la matiere ignée qui la pénetre puiſſe ſoulever en bouillons la ſurface de cette eau. Or la colonne d'air qui s'appuie deſſus, variant d'un jour à l'autre de denſité & de reſſort, y oppoſe un obſtacle qui n'eſt pas toujours le même. De-là il faut ſans doute plus d'efforts, plus de degrés de chaleur pour faire bouillir l'eau, lorſque l'air eſt plus denſe, que lorſqu'il l'eſt moins. Obſervons encore que cet obſtacle eſt celui qui s'oppoſe le plus à l'ébullition de l'eau : on en trouve la preuve dans l'expérience ſuivante.

Planche VIII.

CINQUIEME APPAREIL.

Appareil pour démontrer l'influence de l'air sur l'ébullition de l'air. Fig. 8.

ON pose un support de bois D (Pl. VIII, fig. 8.) sur la platine de la machine pneumatique. On place sur ce support un vaisseau cylindrique de cristal A, dans lequel on a mis une petite quantité d'eau modérément chaude, & on couvre le tout du récipient BC.

USAGE de cet Appareil.

Lorsqu'on a épuisé l'air du récipient jusqu'à un certain point, on voit l'eau frémir : si on continue à faire le vide, elle bout à gros bouillons ; & sa température, bien loin d'augmenter, diminue pendant le tems de l'expérience ; ce qui prouve qu'une très-petite quantité de feu suffiroit pour faire bouillir l'eau, sans la résistance de l'air qui s'oppose à cet effet.

On conçoit de-là l'influence de l'air dans l'ébullition de l'eau ; que l'obstacle qu'il y oppose doit varier à raison de sa densité & de son ressort, & conséquemment que la même eau distillée ne bout pas toujours au même degré de chaleur. Mais on pare à ce nouvel inconvénient, & on est sûr que l'ébullition se fera constamment à la même température, lorsqu'on consulte le baromètre

pour faire cette expérience, & qu'on a ſoin de choiſir une hauteur conſtante dans la ſuſpenſion de la colonne de mercure. Nous choiſiſſons conſtamment la hauteur moyenne de 28 pouces, lorſque nous voulons faire cette expérience; & en employant toujours de l'eau diſtillée, nous ſommes ſûrs d'avoir le même degré de chaleur, & conſéquemment de régler exactement l'échelle de nos thermomètres. Planche VIII.

Dès que l'eau commence à bouillir, elle a acquis toute la chaleur qu'elle peut acquérir. Elle n'en n'eſt pas plus chaude, lorſqu'on augmente l'action du feu & qu'on la force à bouillir à plus gros bouillons. On en trouve la preuve dans le procédé ſuivant.

SIXIEME APPAREIL.

ON poſe ſur un réchaud A (Pl. VIII, fig. 9) rempli de charbons allumés, une caffetiere BC, en partie remplie d'eau: on plonge dans cette eau la boule d'un thermomètre en mercure, dont la planche ſe briſe & ſe replie en arriere. Appareil pour démontrer que l'eau qui commence à bouillir a acquis toute la chaleur qu'elle peut acquérir. Fig. 9.

USAGE de cet Appareil.

Lorſque l'eau commence à bouillir, on voit la liqueur montée au 212e. degré de l'échelle

Planche VIII. de *Fareinheit*, & au 80e. de celle de *Reaumur*. On anime alors le feu plus fortement, & on fait bouillir l'eau à gros bouillons: la liqueur demeure encore au même point dans le thermomètre; elle ne fait aucun mouvement dans le tube: d'où il ſuit qu'elle n'acquiert pas plus de chaleur, quoiqu'elle bouille plus fortement. La matiere ignée qui continue à la pénétrer, & qui la pénetre plus abondamment, la traverſe facilement, & ſe diſſipe dans l'atmoſphère.

L'uſage de ces ſortes d'appareils ſe trouve ſuffiſamment indiqué par les deſcriptions que nous en avons données. Nous obſerverons ſeulement,

1°. Que pour rendre leur ſervice plus étendu, il conviendroit de faire rapporter l'échelle de *Fareinheit* & même celle des thermomètres dont on fait le plus d'uſage, à celle de *Reaumur*. Il ne s'agit pour cela que diſtribuer ces échelles ſur une même planche, de façon que leurs indications ſoient correſpondantes. M. l'Abbé *Rozier*, bien connu par nombre d'excellentes productions, & ſur-tout par ſon Journal de Phyſique, a fait graver une planche ſur laquelle l'échelle de M. *de Reaumur* ſe trouve en comparaiſon avec ſeize autres échelles des plus connues. Nous

avons cru pouvoir profiter de ſon travail & nous ſommes parvenus à faire conſtruire des thermomètres qui ſuivent l'échelle de cette gravure. Nous avons donc fait un thermomètre univerſel, que nous regardons comme indiſpenſablement néceſſaire à un Phyſicien & à un Chimiſte, obligés de ſuivre & de comparer des obſervations faites en différens endroits où l'on ne fait point ordinairement uſage du thermomètre de *Reaumur*. On trouvera des thermomètres de cette eſpece dans le Cabinet de Phyſique de M. *Rouland*, Démonſtrateur en l'Univerſité. Planche VIII.

2°. Qu'il eſt ſouvent important que la planche de cet inſtrument puiſſe ſe briſer & laiſſer la boule avec une partie du tube à découvert, afin qu'on puiſſe la plonger dans différentes liqueurs dont on veut connoître la température. La planche DE (Pl. VIII, fig. 4.) ſe briſe en *ab*, où elle eſt jointe par des charnieres, & elle ſe replie en arriere ſur elle-même. Fig. 4.

3°. Qu'on s'y eſt mal pris pendant longtems, dans l'application de cet inſtrument, pour connoître la température d'un bain; ce qui devient de la plus grande importance pour l'économie animale. On renfermoit la totalité de cet inſtrument dans un cylindre de

Planche VIII. Fig. 5. verre AB (Pl. VIII, fig. 5.), hermétiquement fermé à ſes deux extrémités, afin de mettre ſon échelle ecrite ſur du papier roulé, à l'abri du contact de l'eau. Il étoit à la vérité très-important de garantir cette échelle; mais l'inſtrument ne recevant point immédiatement l'impreſſion de la chaleur de l'eau, il ne pouvoit prendre ſa véritable température. J'en ai vu pluſieurs de cette eſpece dont l'indication étoit éloignée de plus de cinq degrés de celle qu'ils auroient dû marquer; ce qui ne pouvoit occaſioner que des erreurs fort préjudiciables à ceux auxquels il importoit de prendre des bains d'une température indiquée.

Pour remédier à cet inconvénient, & pour rendre en même tems l'inſtrument plus ſenſible & plus propre à prendre ſur le champ la température qu'on veut connoître, nous ſubſtituons à la boule ou au cylindre ordi-
Fig. 6. naire, une ſpirale A (Pl. VIII, fig. 6.); elle préſente beaucoup plus de ſurface, & la liqueur qui y eſt contenue, plus ſenſible aux impreſſions de la chaleur, prend bien plus promptement la température de l'eau. Nous renfermons pareillement le tube ſeulement & ſon échelle dans un cylindre de verre, afin de garantir & de conſerver cette échelle.

Pour étendre davantage le ſervice de cet inſtrument, & en même tems pour garantir ſa fragilité, nous le renfermons dans une boîte de bois qui s'ouvre en deux parties B, C; ſur l'un des côtés de cette boîte nous faiſons écrire les indications qui doivent ſe trouver à côté de l'échelle du thermomètre; de ſorte que, placé dans cette boîte, où il eſt retenu par deux crochets *ab*, *ab*, il fait l'office d'un thermomètre ordinaire. Planche VIII.

4°. Veut-on connoître la température de l'air extérieur? nous montons cet inſtrument ſur une planche AB (Pl. VIII, fig. 7.), elle porte un petit chaſſis fermé par une bande de verre. La ſpirale qui fait l'office de boule reſte à découvert & ſe trouve en contact avec l'air extérieur. Nous attachons cet inſtrument ſur une des fenêtres en dehors d'un appartement, où on le retient par des vis qui traverſent les deux brides *c*, *d*, qui tiennent à ſa monture. Fig. 7.

Ceux qui ſeront curieux de ſuivre particuliérement l'hiſtoire de ces ſortes d'inſtrumens, & de voir tous les procédés qu'on a ſucceſſivement imaginés pour les amener au degré de perfection dont ils jouiſſent aujourd'hui, pourront conſulter & le Traité de Météorologie du P. *Cotte*, & un excellent Ouvrage

Planche VIII. du *D. Martine*, intitulé, *Dissertion sur la chaleur, avec des observations sur la construction & la comparaison des thermomètres.*

NOMBRE SECOND.

Du Baromètre.

Origine du Baromètre.

L'INVENTION de cet instrument est dûe à *Otto de Guericke*, & ce fut le hasard qui le lui fit imaginer. Il avoit laissé le tube de *Toricelli* en expérience dans son cabinet, & il observa que la colonne de mercure varioit souvent de hauteur : qu'elle étoit quelquefois plus haute, d'autres fois plus basse. Il remarqua en même tems que ces variations dans la hauteur de cette colonne, étoient accompagnées de changemens de tems ; que le tems n'étoit jamais plus beau, plus serein que lorsque la colonne de mercure étoit plus haute, & qu'au contraire le tems étoit pluvieux, venteux, &c. lorsque la colonne de mercure étoit basse. Il imagina donc que le tube de *Toricelli* pourroit faire un instrument météorologique propre à indiquer ces sortes de variations dans l'atmosphère ; & voilà l'origine du baromètre : mais on conçoit qu'il étoit fort éloigné alors du degré de perfection dont il jouit aujourd'hui. On lui donna successivement différentes formes, suivant les usages auxquels on le destina.

On le diſtingue en *ſimple* & en *compoſé*; le premier eſt ſans contredit le plus exact. Sans nous occuper de l'hiſtoire de ces inſtrumens, nous ferons connoître les principaux, ceux qu'on doit trouver dans un Cabinet de Phyſique. Planche IX. Diviſion des Baromètres.

PREMIER APPAREIL.

AB (Pl. IX, fig. 1.) eſt un tube de verre de trente & quelques pouces de longueur & de deux lignes ou environ de diamètre, rempli de mercure, purgé d'air par une méthode que nous indiquerons dans un moment. Il eſt plongé dans une cuvette C, en partie remplie de mercure. Le tout eſt fixé ſur une planche DE, diviſée par pouces depuis la ligne de niveau *ab*, priſe de la ſurface de mercure dans la cuvette C, juſqu'à la hauteur de vingt-neuf pouces. Comme la variation du mercure renfermé dans le tube ne va communément qu'à deux pouces, en France, il ſuffit de diviſer par lignes l'eſpace compris depuis vingt-ſept juſqu'à vingt-neuf pouces : c'eſt dans cet eſpace qu'on inſcrit les indications ordinaires qu'on trouve ſur tous les baromètres. Baromètre ſimple plongé. Fig. 1.

USAGE de cet Appareil.

ON voit, à l'aide de cet inſtrument, que la peſanteur moyenne de l'air dans le climat de

Planche IX. Paris, est de ving-huit pouces; que si la colonne de mercure descend au-dessous, il survient assez souvent du mauvais tems, & qu'au contraire il fait ordinairement beau lorsqu'elle monte au-dessus de vingt-huit pouces.

Incertitude des inductions qu'on en tire.

Il ne faut cependant pas imaginer que le beau & le mauvais tems aient une connexion nécessaire avec la marche du baromètre. Il y a tant de causes étrangeres qui influent sur ses variations, qu'on ne peut compter sur celles-ci, lorsqu'il s'agit de prononcer sur les changemens de tems: tout ce qui peut apporter quelque variété dans le poids & dans le ressort de l'air, en apporte nécessairement dans la hauteur de la colonne de mercure, sans qu'il survienne souvent pour cela de changemens de tems. On ne peut compter sur sa marche, à cet égard, que lorsqu'elle est progressive; que la chute ou l'élévation du mercure se fait lentement & progressivement, & encore risque-t-on souvent de se tromper sur ces sortes d'indications. Le baromètre n'annonce avec certitude que la pression actuelle de l'air, soit qu'elle dépende de sa densité ou de son ressort. La théorie des mouvemens du baromètre est encore bien imparfaite, malgré la multitude de recherches

qu'on a faites juſqu'à ce jour pour la perfec- Planche IX.
tionner. Un ouragan, une tempête, un volcan qui s'ouvre & qui commence à jeter, ſuffiſent ſouvent pour faire varier la colonne de mercure d'une quantité très-notable, & à des diſtances immenſes où on ne peut ſuſpecter la cauſe de ce phénomène. Un coup de vent, une agitation violente dans la maſſe atmoſphérique produit de ſemblables effets; de ſorte qu'il n'eſt guere poſſible de tirer d'inductions certaines ſur la conſtitution du tems par l'inſpection de la hauteur du mercure dans le baromètre.

L'exactitude de cet inſtrument dépend de ſa conſtruction, & celle-ci des conditions ſuivantes.

Obſervations ſur la maniere de conſtruire ces inſtrumens.

1°. Choiſir un tube qui ſoit bien ſec & bien net en dedans & qu'on ne ſoit point obligé de le laver. Nous en avons donné la raiſon dans le troiſieme volume de nos *Elémens de Phyſique théorique & expérimentale.*

2°. Employer du mercure très-pur & revivifié du cinnabre.

3°. Introduire d'abord quelques pouces de mercure dans le tube; y plonger un fil de fer & le tenir obliquement ſur des charbons allumés, pour faire bouillir le mercure; remuer pendant quelques momens ce fluide, tandis

Planche IX. qu'il bout, afin d'exciter plus puiſſamment le développement de l'air diſſéminé entre ſes parties, & de le purger, autant qu'il eſt poſſible, de ce fluide étranger.

4°. Laiſſer refroidir cette petite colonne de mercure, avant d'en introduire une ſemblable, pour réitérer la même opération, juſqu'à ce qu'on ſoit parvenu, de cette maniere, à faire bouillir toute la colonne à deux ou trois pouces près de l'ouverture du tube, parce que cette portion de fluide ne demeure point dans le tube lorſqu'il eſt plongé.

Obſervation ſur les barométres ſimples portatifs. Si le baromètre que nous venons de décrire eſt plus exact, c'eſt auſſi le plus difficile à tranſporter d'un lieu dans un autre: les oſcillations auxquelles la maſſe de mercure eſt expoſée dans le tranſport, découvrent ſouvent l'orifice du tube, & l'air s'inſinuant par cette ouverture, s'éleve dans le tube & détruit l'inſtrument.

On imagina d'abord de recourber la partie inférieure du tube & d'y ſouder une eſpece de boule pour faire l'office de cuvette, comme on peut le remarquer, (fig. 2).

Fig. 2.

En penchant un peu l'inſtrument, on tient le tube AB plein de mercure, & l'air trouve un plus difficile accès pour s'y inſinuer. Mais ce moyen n'étoit point encore aſſez sûr pour le

le tranſporter à des diſtances un peu éloi- Planche
gnées, ſur-tout lorſqu'on vouloit le tranſ- IX.
porter dans une voiture. On imagina donc
de le garnir d'un piſton *ab*, (fig. 3.) fait Fig.
d'un morceau de fil de fer, entouré vers le bas
d'une quantité ſuffiſante de chanvre, & por-
tant vers le haut un petit bouchon de liége *c*.

Le tube AB étant incliné, il ſe rempliſſoit de mercure; on introduiſoit alors le piſton dans la partie C du tube, & ſon office étoit de retenir la colonne de mercure dans le tube. Le bouchon *c*, fermant l'orifice de la cuvette, ſervoit à contenir le peu de mercure qui demeuroit dans la capacité de ce vaiſſeau.

Au défaut d'une méthode plus exacte, on ſe contenta pendant long-tems de celle-ci; mais depuis quelques années, on eſt parvenu à rendre cet inſtrument plus tranſportable, par un moyen plus sûr & plus ingénieux.

Aulieu d'être ouvert à ſon extrémité inférieure, le tube AB (Pl. IX, fig. 4.) porte Fig. 4. Excellent barométre ſimple & portatif.
une ouverture latérale en *a*, & il eſt plongé dans une grande cuvette CD, que je fais faire de buis, parce qu'elle eſt moins fragile & qu'on peut, par ce moyen, ſuſpendre l'inſtrument plus à la portée de celui qui veut obſerver ſes mouvemens. Ce tube eſt exactement attaché en C à l'origine de la cuvette, & l'ac-

Planche IX. tion de l'air extérieur ne se fait sentir sur le mercure de cet instrument, qu'à travers un petit trou *b*, fermé par un bouchon de bois très-poreux. Celui-ci livre un passage assez facile à l'air, & contient suffisamment le mercure.

De quelque mouvement qu'on agite cet instrument, l'orifice *a* se trouve toujours suffisamment couvert de mercure pour s'opposer à l'air qui tend à s'insinuer dans le tube. Mais pour éviter que, dans les secousses auxquelles ce tube peut être exposé, le mercure ne vienne heurter trop fortement la voûte B de ce tube & ne le casse, on pratique vers le haut en *c*, un étranglement qui réduit sa capacité à celle d'un tube capillaire. Le mercure ne pouvant passer alors que progressivement par cette ouverture, & ne se porter qu'avec modération vers la voûte B, le tube se trouve à l'abri de tout accident.

Le même, muni de son thermomètre.

En coudant le tube vers sa partie inférieure à deux pouces ou environ au-dessus de la cuvette, & en le coudant encore à douze ou treize pouces au-dessus, on peut le noyer dans l'épaisseur de la planche. Celle-ci doit être ouverte à rainure depuis le dix-huitieme pouce jusqu'au haut, & divisée par lignes. On noie pareillement dans l'espace compris entre

les deux courbures du tube, un thermomètre ſpiral, comme on peut l'obſerver (Pl. VIII, fig. 5), & l'inſtrument en devient plus complet & plus propre à différentes opérations que le Phyſicien doit connoître. J'ajoute ordinairement, ſur la longueur des échelles de ces deux inſtrumens, un index mobile qui peut devenir très-utile pour quantité d'obſervations. Pour rendre cet inſtrument plus commode à manier & à tranſporter, je ne fais donner que deux pouces de largeur à la planche. Planche IX. Fig. 5.

La marche du mercure, dans les inſtrumens que nous venons de décrire, n'étant que de deux pouces, elle ne parut point aſſez ſenſible, & on y remédia par l'appareil ſuivant.

Second Appareil.

ABC (Planc. IX, fig. 6.) eſt un tube de verre de quatre pieds de longueur & incliné en B, à la hauteur d'environ deux pieds; il eſt conſtruit avec les mêmes précautions que les précédens. Plongé dans une cuvette D, & appliqué ſur une planche, c'eſt un baromètre ſimple. Baromètre ſimple & incliné du Chevalier Morland. Fig. 6.

Planche IX.

USAGE de cet Appareil.

SI on place dans la même cuvette un baromètre ſimple ordinaire EF, on obſervera que le baromètre incliné ſuivra la même marche, avec cette différence cependant que ſes degrés ſeront bien plus ſpacieux, & conſéquemment plus ſenſibles que ceux du baromètre ordinaire.

Si en effet le mercure s'éleve de *a* en *b* dans le baromètre droit; il s'élévera de *c* en *d* dans celui qui eſt incliné; il ira de *d* en *f* dans celui-ci, lorſqu'il montera de *b* en *e* dans l'autre; &c.

On reproche pluſieurs défauts à cette eſpece de baromètre, dont le plus eſſentiel conſiſte dans la difficulté de juger de la véritable élévation du mercure, par rapport à la courbe que ce fluide affecte néceſſairement dans le tube incliné BC. Ce fut ce qui engagea *Dominique Caſſini & Bernouilli* à conſtruire le ſuivant.

TROISIEME APPAREIL.

Baromètre ſimple & incliné de MM. Caſſini & Bernouilli.

Fig. 7.

AB (Pl. IX, fig. 7.) eſt un large tube de baromètre courbé vers le bas de B en C, où on ſoude un petit tube d'une ligne au plus de diamètre & ouvert en D. Ce dernier fait

un angle droit avec le premier, & ſe trouve conſéquemment parallèle à l'horizon. On remplit de mercure purgé d'air le tube AB, & l'inſtrument eſt conſtruit, en ſuppoſant que l'eſpace BC contienne préciſément la quantité de mercure renfermée entre la voûte A du tube & la diviſion ſupérieure 29. Planche IX.

USAGE de cet Appareil.

SI on ſuppoſe que le mouvement du mercure, dans le tube AB, ſoit compris dans l'eſpace *ab*, & que la cavité CD ſoit égale à la capacité renfermée entre *a* & *b*, on conçoit aiſément que l'extrémité de la colonne de mercure ſe trouvera en C, lorſqu'elle ſera élevée en *a* dans le grand tube, & qu'elle ſera arrivée vers D dans le petit, lorſqu'elle ſera deſcendue en *b* dans le grand; de ſorte que plus il y aura de différence entre les capacités des tubes, plus le tube CD pourra être long, & plus la marche du mercure deviendra ſenſible.

Quelqu'ingénieuſe que ſoit cette méthode pour rendre plus ſenſibles les variations du mercure, elle n'eſt cependant pas ſans défauts; & nous laiſſons au Phyſicien le ſoin de les faire connoître.

Quoiqu'on ne doive point être plus ſatis-

Planche IX. fait du baromètre à cadran du *D. Hooke*, que quelques-uns attribuent à *Boyle*, il eſt trop ingénieux pour n'en point faire mention & pour ne pas trouver place dans le Cabinet d'un Phyſicien. C'eſt d'ailleurs un baromètre compoſé, & il eſt néceſſaire de connoître la conſtruction de ceux de cette eſpece.

QUATRIEME APPAREIL.

Baromètre à cadran. Fig. 8. ABDRGF (Pl. IX, fig. 8.) eſt un tube recourbé en R, & ſurmonté d'une groſſe boule AB, ou d'un cylindre. On le remplit de mercure purgé d'air, comme on remplit les baromètres ordinaires. Sur la ſurface du mercure compris dans la petite branche, repoſe un poids G ſuſpendu à un fil, & ce fil vient embraſſer la poulie S. Cette poulie doit être très-mobile; ſon axe porte une aiguille LK, qui y eſt fixée : à l'autre extrémité du fil eſt attaché un petit poids H plus léger que le premier G : il ne ſert qu'à tenir le fil tendu. MNOP eſt un cadran ſur la circonférence duquel l'aiguille LK fait ſes révolutions.

USAGE de cet Appareil.

ON conçoit que le mercure étant, par exemple, à vingt-huit pouces dans le baromètre ordinaire, il ſe tient ici à la hauteur

AB dans la boule, & au point G dans le petit tube recourbé. S'il vient à baiſſer d'un pouce dans le baromètre ordinaire, il deſcendra, ſuppoſons en Z, dans la boule, & il montera de G en F dans le tube communiquant : on conçoit aiſément qu'il faut donner à ce tube aſſez de hauteur pour contenir le mercure qui peut y aborder. On conçoit également qu'à proportion que la hauteur de la colonne varie dans ce dernier, le contre-poids H monte ou deſcend par l'élévation ou l'abaiſſement du poids G, qui ſurnage toujours le mercure. Or le mouvement de ces deux poids entraîne néceſſairement celui de la poulie S, & conſéquemment celui de l'aiguille LK. Elle parcourt donc des arcs plus ou moins grands, ſuivant qu'il y a plus de diſproportion entre le diamètre AB du globe & le diamètre du tube. Communément on conſtruit cet inſtrument de maniere qu'une ligne de variation dans la longueur de la colonne priſe dans le baromètre ordinaire, faſſe parcourir un arc d'un pouce à l'aiguille S. Nous abandonnons au Phyſicien le ſoin de faire connoître les défauts de ces ſortes d'inſtrumens, plutôt deſtinés à l'ornément d'un Cabinet, qu'à faire obſerver exactement les va-

Planche IX.

Planche IX. riations qui ſurviennent à la peſanteur & au reſſort de l'air.

Nous ne dirons rien de particulier ſur le baromètre qui marque par en bas ; la Fig. 9. figure 9 le fait ſuffiſamment connoître. Il a cet avantage qu'on peut obſerver plus commodément les variations de la colonne, parce qu'elles ſe paſſent dans un endroit qui eſt à la portée de l'œil de l'Obſervateur. La conſtruction ſeule de l'inſtrument apprend ſuffiſamment pour quelle raiſon ſes indications doivent être placées dans un ordre renverſé.

Les défauts des précédens inſtrumens dont on vouloit rendre la marche plus ſenſible en firent imaginer d'autres également compoſés, & parmi leſquels nous diſtinguerons ceux de MM. *Huyghens* & *Ozanam*.

Planche X.

CINQUIME APPAREIL.

Baromètre double de Huyghens. Fig. 1.

A & B (Pl. X, fig. 1.) ſont deux cylindres de verre d'un pouce de hauteur & de quatorze à quinze lignes de diamètre. Ils ſont joints par un tube ER de deux lignes ou environ de diamètre, & recourbé en R. Au-deſſus du cylindre B s'éleve un ſecond tube CD, dont le diamètre n'eſt que d'une ligne ; il doit y avoir entre le milieu du cy-

lindre A & celui du cylindre B, vingt-huit pouces de hauteur. Planche X.

On remplit d'abord le cylindre A & le tube ER de mercure; on tient ce tube un peu penché pour la commodité de l'opération: on a ſoin d'en faire ſortir l'air qui s'y eſt introduit, & on le redreſſe dans une ſituation verticale. Le mercure ſe contient alors vers le milieu du cylindre A, & monte juſqu'au milieu du cylindre B; ce qui répond à la hauteur moyenne du barómètre ordinaire. On remplit enſuite le cylindre B & la moitié ou environ du tube CD, d'eau colorée & mêlée avec un peu d'eau-forte, pour qu'elle ne gele point.

Usage de cet Appareil.

La ſenſibilité de cet inſtrument dépend de la différence entre la denſité de l'eau colorée & le mercure, & en même tems de la diſproportion entre les capacités des cylindres & celles des tubes. On conçoit en effet que, pour peu que le mercure deſcende dans le cylindre A, il s'éleve dans le cylindre B, & il en fait ſortir une quantité de liqueur qui s'éleve d'autant plus haut dans le tube CD, que le diamètre de ce dernier eſt plus petit par rapport à celui du cylindre B.

Planche X. Si on ne peut diſconvenir que cet inſtrument n'ait quelques défauts, on doit au moins le regarder comme très-induſtrieux, & on ne doit point paſſer ſous ſilence la maniere ingénieuſe ſelon laquelle M. *de la Hire* s'y prit pour le rectifier. Mais comme ce dernier baromètre ne répond point non plus à l'attente du Phyſicien, & n'eſt pas à beaucoup près auſſi parfait que ſon Auteur l'imaginoit, nous ne nous occuperons point à le décrire. Nous ne dirons rien non plus des travaux de M. *Amontons*, qui méritent cependant d'être connus; & nous terminerons ce que nous nous propoſons de dire à ce ſujet par la deſcription d'un baromètre raccourci, tel qu'il eſt décrit dans les Récréations mathématiques d'*Ozanam*, que pluſieurs Phyſiciens regardent comme l'Auteur de cet inſtrument.

SIXIEME APPAREIL.

Baromètre raccourci d'Ozanam. Fig. 2. CET inſtrument eſt compoſé de quatre boules ou cylindres A, B, C, D (Pl. X, fig. 2.), & de trois tubes E, F, G. Une portion de chaque boule, ainſi que les deux tubes E & G, ſont remplis de mercure. Les parties ſupérieures des boules B & C ſont remplies de liqueur. La boule B & la moitié du tube F d'huile de tartre. Le haut du tube F & la

partie ſupérieure de la boule C, d'eſprit-de-vin ou d'huile de pétréole colorée. Planche X.

USAGE de cet Appareil.

CET appareil eſt deſtiné à diminuer la longueur du baromètre double, & à marquer en même tems des variations auſſi ſenſibles. La longueur ſe trouve diminuée parce qu'il y a deux colonnes de mercure pour une. On la diminueroit encore en multipliant le nombre de ces colonnes.

Dans ce cas, on trouveroit la longueur qu'il conviendroit de donner à chacun de ces tubes, en diviſant la hauteur moyenne du baromètre ſimple (vingt-huit pouces), par le nombre de tubes qui devroient contenir du mercure. Le quotient de cette diviſion indiqueroit la longueur cherchée. On multiplieroit proportionnellement le nombre des boules.

La ſenſibilité d'un baromètre de cette eſpece dépend, comme dans le précédent, de la capacité des boules, comparée à celle des tubes qui contiendroient la liqueur colorée. Nous n'inſiſterons pas ſur la conſtruction de ces ſortes d'inſtrumens, parce qu'ils ne ſont pas plus exacts que le baromètre double de M. *Huyghens*, & que d'ailleurs ils ſont difficiles à conſtruire.

Planche X.

NOMBRE TROISIEME.

Des Hygromètres.

L'*HYGROMÈTRE* eſt un inſtrument fait pour indiquer les degrés de ſéchereſſe & d'humidité qui regnent alternativement dans l'atmoſphère. Au défaut d'appareils plus exacts que ceux que nous connoiſſons juſqu'à préſent, nous indiquerons les deux ſuivans.

PREMIER APPAREIL.

Premiere eſpece d'hygromètre. Fig. 3.

AB (Pl. X, fig. 3.) eſt une corde de chanvre de cinq à ſix lignes de groſſeur, & de dix à douze pieds de longueur, tendue un peu lâchement entre deux points fixes P, P. Cette corde doit être expoſée à l'air libre & toutefois garantie de la pluie. On attache vers ſon milieu un fil de métal CD, terminé inférieurement par un poids R, ſous lequel on fixe une petite pointe de métal qui doit faire l'office d'index; ce fil deſcend le long d'une échelle E F, diviſée en parties égales, & tracée ſur une planche verticale.

USAGE de cet Appareil.

ON connoît les degrés de ſéchereſſe ou d'humidité qui regnent dans l'air, par les graduations de l'échelle EF; & pour qu'elles ſoient auſſi exactes qu'il eſt poſſible, on ſaiſit un moment où l'air de l'atmoſphère ne ſoit

ni trop ſec, ni trop humide, & on trace une ligne ſur la planche GH, à l'endroit où répond alors l'extrémité de l'index; & on y poſe un zéro. On diviſe l'eſpace qui eſt au-deſſus en un certain nombre de parties égales. On fait une ſemblable diviſion en deſſous. La premiere graduation marque les degrés d'humidité. La ſeconde, ceux de la ſéchereſſe. Planche X.

SECOND APPAREIL.

A un point fixe A (Pl. X, fig. 4.) on attache une corde faite de boyaux. On attache l'autre extrémité de cette corde à une aiguille B, mobile ſur un cadran CD, éloigné de quinze à dix-huit pouces du point fixe A. Ce cadran eſt diviſé en un certain nombre de parties égales. Seconde eſpece d'hygrometre. Fig. 4.

USAGE de cet Appareil.

L'HUMIDITÉ & la ſechereſſe qui regnent alternativement dans l'atmoſphère, font tordre & détordre la corde; l'un & l'autre de ces effets la font tourner ſur elle-même, ainſi que l'aiguille B, qui marque alors, ſur la circonférence du cadran, l'intenſité de ces effets, par le plus ou le moins de degrés qu'elle parcourt.

Nous ne nous occuperons point à faire

Planche X. connoître les défauts de ces ſortes d'inſtrumens, qu'on n'a pu juſqu'à préſent rendre comparables. Nous ne parlerons point non plus de tous les moyens qu'on a ſucceſſivement employés pour produire de ſemblables effets ; tels que les bois, le parchemin, l'éponge, le cuir, le coton, les tuyaux d'épis de ſeigle. Nous ne dirons rien également de l'hygromètre ingénieux fait par les Académiciens de Florence, avec un verre conique ouvert par le bas, & rempli de glace & de neige. Nous conviendrons ſeulement que tous ces moyens ſont ingénieux, mais aucun ne peut être regardé comme ſuffiſamment exact, pour que de pareils inſtrumens méritent de trouver place dans un Cabinet de Phyſique. Nous n'exceptons pas même de cette preſcription générale l'hygromètre de M. *de Luc* ; & en rendant à l'Auteur de cet ingénieux inſtrument le juſte tribut d'éloge qu'on ne peut refuſer au génie de cette admirable invention, nous ne pouvons nous empêcher d'obſerver qu'il s'en faut de beaucoup qu'elle réponde aux vues que M. *de Luc* s'étoit propoſées. M. *de la Lande*, ſon ami particulier, & celui de tous les Savans qui avoit rendu le plus de juſtice à la beauté de ſon invention, qui l'avoit même publiée avec

complaiſance dans le Journal des Savans, a été auſſi un des premiers à en reconnoître les défauts, & à avouer qu'il étoit fort éloigné d'être parfait. Il m'aſſura même en 1781, que M. *de Luc* étoit occupé à le réformer & à le perfectionner. Nous nous diſpenſerons donc d'en donner ici la deſcription, juſqu'à ce que ſon ſavant auteur ſoit arrivé au but qu'il ſe propoſe. Ceux néanmoins qui ſeront curieux de le connoître, pourront conſulter les deux mémoires que M. *de Luc* a imprimés dans le cinquieme volume du Journal de Phyſique de l'Abbé *Rozier*, ou le ſecond volume de notre *Dictionnaire de Phyſique*, dans lequel nous en avons donné une idée ſuffiſante, pour qu'on puiſſe ſaiſir tout le génie de cette belle invention. Planche X.

On ne ſera pas plus content encore d'une nouvelle eſpece d'hygromètre imaginé par M. *de Rez*. Nous conviendrons cependant que ſon inſtrument eſt très-ſimple & très-ingénieux, conſtruit d'après d'excellens principes; mais la pratique ne répond point davantage ici à la théorie. On trouvera la deſcription de ce dernier inſtrument dans le Journal de Phyſique.

Planche X.

SECTION HUITIEME.

Des Appareils faits pour démontrer les propriétés de l'air en mouvement.

Nous avons considéré l'air jusqu'à présent comme un fluide tranquille & dans un état de repos ; mais toujours en mouvement, il produit nombres de phénomènes que le Physicien doit connoître, & parmi lesquels nous en distinguerons deux seulement qui méritent particuliérement son attention, *le vent* & *le son :* ils feront l'objet des deux articles suivans.

Division de cette Section.

ARTICLE PREMIER

Des Appareils faits pour démontrer les effets des vents.

TOUT mouvement, toute agitation sensible de l'air, produit ce qu'on appelle du vent. On en distingue de différentes especes, dont la nomenclature doit être connue du Physicien ; tous produisent des effets particuliers qui influent plus ou moins sensiblement sur la constitution de l'atmosphère & sur la plus grande partie des corps sublunaires. Mais comme

comme cette théorie, toute importante qu'elle ſoit, n'eſt point du reſſort de la Phyſique expérimentale, nous ne parlerons ici que des moyens qu'on a imaginés pour connoître la diverſité des vents qui regnent habituellement ſur la ſurface de notre globe, & de quelques-uns des effets qu'il convient de rapporter à l'influence des vents. Planche X.

On les diſtingue, 1°. en quatre vents cardinaux, *Nord*, *Sud*, *Eſt*, *Oueſt*, ſuivant qu'ils ſoufflent de l'un de ces quatre points de l'horizon.

2°. On les diviſe encore en *Nord-eſt*, *Nord-oueſt*, *Sud-eſt*, *Sud-oueſt*, lorſqu'ils partent des points également éloignés des quatre principaux que nous venons d'indiquer.

3°. Comme ils peuvent venir de tout autre point intermédiaire entre ces huit, on a cru, pour plus grande exactitude, devoir diviſer chaque arc de l'horizon compris entre le Nord, le Sud, l'Eſt & l'Oueſt, en huit parties égales, dont chacune donne un nom particulier au vent qui s'en échappe; ce qui forme trente-deux vents différens. De-là ceux qu'on appelle *Sud-ſud-eſt*, *Sud-ſud-oueſt*, *Nord-nord-eſt*, *Nord-nord-oueſt*, &c.

Pour connoître ces différens vents & les variations qu'ils apportent communément

Planche X avec eux dans l'atmosphère, on a imaginé, dès la plus haute antiquité, de placer au haut des édifices, des plaques de métal, mobiles sur un pivot, cédant à l'impression du vent qui les maîtrise : ces plaques se portent vers tous les points de l'horizon, & c'est ce qu'on appelle vulgairement une *girouette*. Mais trop éloignée de la vue du Physicien qui veut continuellement observer ses mouvemens & en tenir compte, on a imaginé de transporter sa marche jusques dans l'intérieur d'un appartement, & cet instrument est alors connu sous le nom d'*anemomètre*.

Premier Appareil.

Anemomètre. Fig. 5. *Pp* (Pl. X, fig. 5.) est une planche chantournée & bien unie, dont la hauteur est de vingt pouces & la largeur de huit, sur laquelle on peint un cadran de vents, tels qu'on en voit sur les boussoles. Le centre de ce cadran est traversé par l'axe d'une roue *q* de trois pouces & demi de diamètre, soutenu par un coq. Une seconde roue *r* à chevilles & de même grandeur, engrène dans la premiere & fait tourner une aiguille R sur la circonférence du cadran; les dents de ces roues ne sont point assujetties à un certain nombre, mais elles doivent en avoir autant l'une que l'autre.

La tige de la roue verticale porte par en bas un pivot qui tourne librement dans une petite platine de cuivre attachée ſur la traverſe T*t*, & elle eſt priſe au-deſſus de la roue par un coq qui l'empêche de remonter. Elle eſt limée quarrément par en haut, & elle reçoit une autre tige, au bout de laquelle on fixe une girouette. Planche X.

USAGE de cet Appareil.

ON conçoit facilement, d'après cette deſcription, que ſi la girouette vient à tourner, elle fait tourner avec elle la roue *r*; le mouvement de celle-ci entraîne néceſſairement celui de la roue *q*, & l'une & l'autre font le même nombre de révolutions. L'aiguille R, montée ſur un petit canon qui fait reſſort, eſt placée au bout de l'axe qui déborde un peu le cadran. Elle fait par conſéquent autant de tours que la girouette, & elle indique ſur le cadran les différentes directions du vent.

On adapte communément ces ſortes de girouettes ſur le haut d'une cheminée; on conduit la tige dans l'intérieur de la cheminée, & le cadran eſt poſé en-dedans de l'appartement à la place de ces ornemens ou de ces petits tableaux qui ſurmontent la glace.

Nous laiſſons au Phyſicien le ſoin de dé-

Planche XI. crire & d'obſerver les effets du vent, les ravages qu'il peut produire, & quantité d'autres phénomènes qui y ont rapport. Toutes ces matieres, faites uniquement pour être traitées par voie d'obſervations, ne ſont point du reſſort de cet Ouvrage. Nous décrirons cependant ici un appareil aſſez ſimple & aſſez exact pour démontrer l'influence de ce météore ſur la colonne de mercure compriſe dans le baromètre.

SECOND APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer l'influence du vent ſur le baromètre. Fig. 1.

A (Pl. XI, fig. 1.) eſt un grand vaiſſeau de métal propre à contenir quinze à ſeize pintes de liqueur. Il eſt ſurmonté d'un canal B, qui porte un robinet C, & ſur lequel on monte alternativement une pompe ſemblable à celle que nous avons décrite (Pl. V, fig. 4.) & un tube de cuivre E.

Ce tube s'articule avec une boîte de métal F, & répond à un ſecond tube G qui demeure adhérent à la même boîte. Celle-ci contient en même tems la cuvette & le bas du tube d'un baromètre HI. On voit en K un troiſieme tube K L, de trois pieds ou environ de longueur; il ſert à établir une communication entre la boîte F & une ſeconde M, dans laquelle on renferme un ſecond baro-

mètre R ſemblable au précédent. Le petit tube N répond pareillement au tube de communication KL, & excede la boîte de deux à trois pouces : le tout eſt porté ſur une tablette OP. Planche XI.

Usage de cet Appareil.

On adapte la pompe au vaiſſeau A; on y injecte ſuffiſamment d'air pour condenſer celui qui y eſt compris, au point de le rendre trois à quatre fois plus denſe qu'il ne l'eſt naturellement. Cela fait, on ferme le robinet C, & on ſubſtitue à la place de la pompe le tube E. On marque avec un fil la hauteur du mercure dans chaque baromètre : on ouvre le robinet C; l'air qui s'échappe bruſquement par le tube correſpondant G, fait auſſi-tôt baiſſer le mercure, non-ſeulement dans le baromètre HI, mais encore dans le baromètre R, tout éloigné qu'il ſoit du premier. La chûte du mercure eſt d'autant plus grande, que l'air eſt plus condenſé dans le vaiſſeau A, & qu'il s'échappe avec plus d'impétuoſité. Cette chûte va communément à près de deux pouces. On remarque, outre cela, que la denſité de l'air diminuant progreſſivement dans le vaiſſeau A, à proportion qu'il s'en échappe, le mercure remonte pro-

Planche XI. greſſivement dans l'un & dans l'autre tube, & qu'il reprend ſa hauteur naturelle, lorſque cette eſpece d'ouragan eſt ceſſé. Cette expérience offre au Phyſicien nombre d'obſervations & d'applications importantes. Elle prouve encore ce que nous avons avancé précédemment ; qu'il peut ſurvenir des variations très-ſenſibles dans la hauteur du baromètre, ſans qu'il ſurvienne de changement de tems.

ARTICLE SECOND.

Des Appareils faits pour démontrer les propriétés du ſon.

S'IL faut que l'air ſoit agité ſenſiblement pour produire du vent, & affecter plus ou moins fortement nos organes, il ſuffit qu'il ſoit mu d'un mouvement inſenſible & vibratoire, pour produire & pour nous faire entendre du ſon, théorie curieuſe à développer. Pour mettre plus de facilité dans l'expoſion des phénomènes relatifs à cet objet, on conſidere le ſon comme produit par un ſolide, & comme tranſmis par la maſſe d'air ambiante. Delà l'uſage de conſidérer le ſon en Phyſique, dans le corps ſonore & dans le milieu qui le propage. Il ſeroit encore im-

portant de le conſidérer dans l'organe qui nous le fait entendre ; mais, peu ſuſceptible d'expériences, cette matiere n'eſt point du reſſort de cet Ouvrage. On pourra conſulter, à ce ſujet, nos *Leçons ſur l'économie animale, Tome II.* Nous diviſerons donc cet Article en deux Paragraphes : le premier traitera des appareils faits pour démontrer les propriétés du ſon conſidéré dans le corps ſonore ; le ſecond, de ceux qu'il convient d'employer pour le ſuivre dans le milieu qui le tranſmet. Planche XI.

Diviſion de cet article.

PARAGRAPHE PREMIER.

Des Appareils faits pour démontrer les propriétés du ſon conſidéré dans le corps ſonore.

CONSIDÉRÉ dans le corps ſonore, le ſon conſiſte dans un mouvement vibratoire des parties inſenſibles de ce corps. Ces vibrations, qu'on appelle *partielles*, & qu'on ne peut rendre ſenſibles à aucun de nos organes, ſont, pour l'ordinaire, accompagnées de vibrations plus manifeſtes qu'on nomme *totales*. De ces dernieres naît une altération plus ou moins marquée dans la figure du corps ſonore, & cette altération peut devenir ſenſible de différentes manieres.

Planche XI.

PREMIER APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer l'altération dans la figure d'un corps sonore, tandis qu'il résonne.

Fig. 2.

AB (Pl. XI, fig. 2.) est une cloche de cristal de quinze pouces ou environ de diamètre, suspendue & fixée dans un chassis CD. Ce chassis se calle & se met de niveau par quatre vis qui traversent sa tablette. Vers le bas de l'un des montans du chassis, on voit une vis E qui le traverse, & qui se meut dans un écrou noyé & fixé dans l'épaisseur de ce montant. Cette vis se termine vers la zone inférieure de la cloche, par une pointe un peu mousse.

USAGE de cet Appareil.

ON frappe avec un marteau, ou tout autre corps dur, la cloche AB, au point de la faire fortement résonner; tandis qu'elle résonne, on approche la vis E de façon que sa pointe se trouve plongée dans la sphere d'activité de ses vibrations, & on entend, pendant tout le tems que le son persévere, des frémissemens plus ou moins sensibles, occasionés par les chocs redoublés de la zone résonnante contre la vis : d'où l'on conclut que cette zone devient alternativement ovale en deux sens opposés à angles droits. On peut substituer à cet appareil le suivant, beaucoup plus simple & aussi exact.

SECOND APPAREIL.

Planche XI.

Autre appareil plus ſimple.

ON tient à la main une cloche ſemblable à celle que nous venons de décrire ; on la tient par ſon bouton, & on la frappe avec un tube de même matiere.

USAGE de cet Appareil.

SI tandis que cette cloche réſonne, on approche ſuffiſamment la tige qui l'a frappée, & qu'on la tienne fixe en cet endroit, on entend les mêmes frémiſſemens.

TROISIEME APPAREIL.

Autre appareil. Fig. 3.

SUR les extrémités d'une tablette AB (Pl. XI, fig. 3.) s'élevent deux montans fixes & ſolides CD, EF, entre leſquels on bande une corde d'inſtrument GH, par le moyen de deux chevilles qui traverſent ces montans.

USAGE de cet Appareil.

SI on pince la corde GH, elle réſonne, & on obſerve que tant qu'elle donne du ſon, elle fait des vibrations très-ſenſibles, & elle ſe préſente ſous la forme de deux cônes alongés & oppoſés par la baſe.

D'où provient la diverſité des ſons.

Les vibrations, que les précédens appareils rendent ſenſibles, ſont néceſſairement accompagnées de vibrations plus intimes qui pro-

Planche XI. duiſent immédiatement le ſon, & ce ſon varie ſuivant la fréquence plus ou moins grande de ces vibrations particulieres.

Tons. Cette diverſité de ſons eſt connue en général ſous le nom de tons ; on les diſtingue en *graves* & en *aigus*. Cette diſtinction n'eſt cependant pas fixe & déterminée, par la difficulté de trouver un ton fixe & inaltérable entre ces deux eſpeces de tons : on ſe ſert néanmoins, pour cet effet, de l'appareil ſuivant.

QUATRIEME APPAREIL.

Diapaſon. Fig. 4. AB (Pl. XI, fig. 4.) eſt une eſpece de flageolet de bois, dont les dimenſions ſont déterminées. On voit en C la queue d'un piſton qui ſe meut à volonté dans le corps de cet inſtrument, pour en augmenter ou diminuer les dimenſions.

USAGE de cet Appareil.

LE ton, dans un inſtrument à vent, dépend de la quantité d'air qui y eſt miſe en vibrations. On a donc cru obtenir un ton fixe en ſouffiant dans un inſtrument dont les dimenſions

Défauts de cet inſtrument. ſeroient données ; mais c'eſt une erreur, puiſque les dimenſions d'un inſtrument de cette eſpece venant à varier à raiſon de la séche-

reſſe & de l'humidité qui regnent alternativement dans l'air, le volume d'air mis en vibrations dans cet inſtrument, ne peut être conſtant. On ne peut point être plus sûr de l'exactitude du ſuivant. Planche XI.

CINQUIEME APPAREIL.

ABC (Pl. XI, fig. 5.) eſt une eſpece de fourchette d'acier dont les branches AB & BC, ſont faites ſous des dimenſions données, & dont la queue BD paſſe à travers un manche de bois qu'elle excede un peu en D. EF eſt une tige d'acier qui remplit l'eſpace compris entre les deux fourchetons, & qui force même un peu cet eſpace lorſqu'on la fait gliſſer dedans. Autre eſpece de diapaſon. Fig. 5.

USAGE de cet Appareil.

ON appuie le bouton D de la queue, ſur une table, mieux encore, ſur la tablette d'un inſtrument à cordes, & on fait gliſſer la tige EF entre les deux branches de la fourchette. Le frottement de cette tige, ou mieux, l'ébranlement qu'elle procure aux branches de la fourchette, les fait réſonner, & on prétend que le ton qu'elles rendent eſt fixe & conſtant. Or, cet inſtrument n'eſt pas moins défectueux que le précédent. Suſceptible des Défauts de ce nouveau diapaſon.

Planche XI. différens degrés de température, qui regnent alternativement dans l'atmosphère, des impressions de la chaleur & du froid, ses branches se dilatent ou se contractent : delà ses dimensions varient & avec elles le nombre des vibrations qu'il fait dans un tems donné.

Au défaut d'une méthode plus exacte, on se sert néanmoins des deux instrumens que nous venons de faire connoître, pour produire un ton qu'on regarde comme fixe, & qui sépare en deux classes les ton graves & les tons aigus. Des combinaisons variées de ces deux especes de tons, naissent ce qu'on appelle les *accords* ou les *consonnances*. Ce sont des tons différens dont les vibrations sont rentrantes après un certain nombre, & on en distingue de cinq especes principales, dont le nombre de vibrations qui les produisent se trouve renfermé dans l'ordre des chiffres naturels depuis 2 jusqu'à 6. Ces accords ou consonnances sont *l'octave, la quinte, la quarte, la tierce-majeure & la tierce-mineure*. On aura *l'octave*, si deux tons sont produits dans le même tems; l'un par une seule, & l'autre par deux vibrations. Si l'un des deux corps sonores fait deux vibrations, tandis que l'autre en fait trois, ils seront à la *quinte* l'un de l'autre. Ils sonneront la *quarte*,

ſi l'un des deux ne fait que trois vibrations, tandis que l'autre en fera quatre. On aura la *tierce-majeure*, ſi l'un fait quatre vibrations & l'autre cinq dans le même tems. On aura enfin la *tierce-mineure*, lorſque le ton de l'un ſera compoſé de cinq vibrations, & celui de l'autre de ſix. Planche XI.

L'appareil ſuivant eſt très-propre à confirmer cette théorie dans les cordes d'inſtrumens, qu'on peut varier de groſſeur, de de longueur & de tenſion; car ce ſont les trois élémens de la diverſité des tons qu'elles peuvent donner. On ſe borne cependant à deux cordes de même numéro, & les expériences que fourniſſent ce ſimple bicorde ſuffiſent pour ſatisfaire la curioſité du Phyſicien.

SIXIEME APPAREIL.

Sonomètre. Fig. 6.

AB (Pl. XI, fig. 6.) eſt un inſtrument à cordes, connu ſous le nom de *ſonomètre*: il eſt compoſé d'une caiſſe C, faite en forme de parallélipipède; elle a quatre pieds de longueur & quatre pouces de face. Sur la tablette de cette caiſſe ſont fixés à trois pieds & demi de diſtance, & parallélement entre eux, deux chevalets DE, FG. On voit, ſur l'un des pieds qui portent cet inſtrument, deux che-

Planche XI. villes H & I, auxquelles on attache deux cordes de laiton, n°. 4. Sur la face de l'autre pied, ſont diſpoſées deux poulies mobiles ſur leur axe & parallèles entre elles, ſur leſquelles paſſent les deux cordes de laiton. On ſuſpend à leurs extrémités des poids convenables aux effets qu'on ſe propoſe de produire.

On voit encore, ſur l'un des côtés de la tablette de l'inſtrument, une petite caiſſe *ab*; elle s'éleve preſque à la hauteur des chevalets, & elle eſt diviſée conformément au diapaſon.

USAGE de cet Appareil.

Uniſſon. LES deux cordes étant tendues par des poids égaux, de ſix livres chacun, par exemple, elles feront le même nombre de vibrations dans le même tems, & elles ſeront à l'*uniſſon*.

Octave. L'une des deux étant raccourcie de moitié, en lafaiſant porter ſur une des lames de cuivre qui marquent les diviſions de la caiſſe *ab*, la plus courte fera deux vibrations, tandis que celle qui aura conſervé toute ſa longueur, n'en fera qu'une; & elles ſeront à l'*octave* l'une de l'autre.

Quinte. La même corde, réduite, par le même procédé, aux deux tiers de la longueur de l'autre, la plus courte fera trois vibrations, tandis que

la plus longue n'en fera que deux; & elles ſonneront la *quinte*. Planche XI.

La même, réduite aux trois quarts de ſa longueur, fera quatre vibrations, tandis que l'autre n'en fera que trois, & on entendra la *quarte*. Quarte.

Réduite aux quatre cinquiemes de ſa longueur totale, elle fera cinq vibrations, & la plus longue n'en fera que quatre dans le même tems; on aura, par ce moyen, la *tierce*. Tierce.

Cette tierce ſera mineure, ſi la plus petite fait ſix vibrations & la plus longue cinq; ce qu'on obtiendra en réduiſant l'une des deux cordes aux cinq ſixiemes de ſa longueur. Tierce mineure.

D'où il ſuit que ſi les cordes ne different que par leur longueur, leurs vibrations ſeront entre elles, quant à leur nombre, en raiſon inverſe de la longueur de ces cordes.

Si le ton d'un inſtrument à corde dépend de la longueur de ſes cordes, il dépend ſurtout du degré de tenſion qu'on leur fait ſubir; & cette différence eſt en proportion avec les racines quarrées des poids dont ces cordes ſont chargées; c'eſt-à-dire, que le nombre de vibrations croît directement comme la racine quarrée des nombres qui déſignent les poids dont ces cordes ſont chargées.

1°. En faiſant uſage du même appareil,

Planche XI. dont les cordes ſont ſuppoſées de même longueur & de même groſſeur, on aura l'octave, ſi l'une des cordes étant chargée du poids d'une livre, la ſeconde eſt bandée avec un poids de quatre livres dont les racines quarrées ſont 1 & 2.

2°. Si l'une eſt tendue par un poids de quatre livres & l'autre par un poids de neuf livres, dont les racines quarrées ſont 2 & 3, on aura la quinte.

Si on change l'une des deux cordes de l'inſtrument pour une qui ſoit plus groſſe, & qu'on tende l'une & l'autre avec des poids égaux, leurs vibrations ſeront entre elles, quant à leur nombre, en raiſon réciproque du diamètre des cordes. D'où il ſuit que la variété des ſons, dans les inſtrumens à cordes, dépend de la longueur, de la groſſeur des cordes, & des degrés de tenſion qu'on leur fait ſubir.

PARAGRAPHE SECOND.

Des Appareils faits pour démontrer les propriétés du ſon conſidéré dans le milieu qui le tranſmet.

LE ſon conſidéré ſous ce ſecond rapport, offre pluſieurs queſtions à réſoudre, comme nous l'avons obſervé dans le troiſieme Volume de

de nos *Elémens de Phyſique théorique & expérimentale.* Planche XI.

1°. En quoi conſiſte le ſon conſidéré dans le milieu qui le tranſmet, & quelles ſont les qualités du milieu néceſſaires à cet effet?

2°. Quel eſt le milieu le plus propre à la tranſmiſſion du ſon?

3°. Quels ſont les moyens d'augmenter ſon intenſité?

4°. Quels ſont les obſtacles qui peuvent l'affoiblir?

5°. En quoi conſiſte l'écho ou la répétition d'un même ſon? Nous abandonnerons cependant cette derniere queſtion, comme peu propre à être réſolue par le genre de preuves dont nous fourniſſons ici les moyens. Nous diviſerons donc ce Paragraphe en quatre Nombres, dans chacun deſquels nous décrirons les appareils propres à la ſolution des quatre premieres queſtions que nous venons d'indiquer.

Planche XI.

NOMBRE PREMIER.

Des Appareils faits pour démontrer en quoi conſiſte le ſon conſidéré dans le milieu qui le tranſmet, & quelles ſont les qualités requiſes à ce milieu, pour qu'il ſoit propre à cet effet.

ON conçoit facilement, par ce que nous avons dit du ſon conſidéré dans le corps ſonore, que les vibrations excitées dans ce dernier, doivent ſe tranſmettre à toute la couche d'air qui l'enveloppe, & paſſer de celle-ci à celles qui l'avoiſinent, & ainſi de proche en proche, à toute la maſſe d'air interpoſée entre le corps ſonore & l'oreille qui eſt affectée du ſon qu'il produit. On doit donc regarder le ſon, dans le milieu qui le tranſmet, comme l'effet d'un frémiſſement ſemblable & analogue à celui qui eſt excité dans le corps ſonore, & l'appareil ſuivant fait aſſez bien diſtinguer cette eſpece de frémiſſement.

PREMIER APPAREIL.

Appareil qui démontre que le ſon, conſidéré dans l'air, conſiſte dans un mouvement vibratoire de ce fluide. Fig. 7.

AB (Pl. XI, fig. 7.) eſt un tambour poſé ſur terre; ſur la peau de ce tambour, on voit un dé à jouer C.

USAGE de cet Appareil.

A une diſtance plus ou moins éloignée de

cet appareil, on excite quelques ſons bruyans, ſuppoſons celui d'un autre tambour, d'une trompette, ou de tout autre inſtrument de cette eſpece; on voit alors le dé ſe mouvoir & ſe trémouſſer ſur la peau du tambour, qui eſt miſe en vibrations par celles dont l'air eſt agité. Planche XI.

L'effet que le corps ſonore produit dans le milieu qu'il agite, ſuppoſe que ce milieu eſt ſuſceptible de vibrations, & conſéquemment élaſtique. L'élaſticité eſt donc une condition indiſpenſablement néceſſaire à la tranſmiſſion du ſon: la denſité du milieu concourt encore également à cet effet; & on démontre, au moyen des appareils ſuivans, combien ces deux qualités influent ſur ce phénomène. Conditions néceſſaires pour qu'un milieu ſoit propre à cet effet.

SECOND APPAREIL. Planche XII.

AB (Pl. XII, fig. 1.) eſt un rouage compoſé d'un barillet R, qui renferme un reſſort. Ce barillet, denté ſur ſa circonférence, engrène avec le pignon d'une roue C: celle-ci mene le pignon D d'une ſeconde roue E. Cette derniere eſt en même tems dentée, & à chevilles: ſa denture engrène avec les pas d'une vis ſans fin F, ſur la tête de laquelle eſt établi le volant G fait en forme de croix, & garni de quatre palettes *a*, *a*, *a*, *a*. Les chevilles de la roue E font lever alternativement les Appareil fait pour démontrer que la denſité & le reſſort ſont deux qualités néceſſaires à la tranſmiſſion du ſon. Fig. 1.

Planche XII. deux marteaux *b*, *b*, qui frappent le timbre T.

Ce rouage est établi sur un masse de plomb P (fig. 2.) revêtue de drap, pour que les vibrations du timbre T ne puissent se transmettre à la platine de la machine pneumatique, sur laquelle cet appareil doit être posé. Le tout est recouvert du récipient R, surmonté d'une boîte à cuirs; à travers ces cuirs glisse une tige de métal IK, qui s'engage entre les croisillons du volant G, pour arrêter, à volonté, le mouvement du rouage.

Fig. 2.

Usage de cet Appareil.

On monte le rouage & on l'établit sur la platine de la machine pneumatique; on pose par-dessus le récipient R, de façon que la tige IK ne gêne point le mouvement de ce rouage. Placé à une distance donnée de cet appareil, on écoute attentivement le son du timbre T, & on juge, autant qu'il est possible, de son intensité.

Cette premiere épreuve étant faite, on fait descendre la tige IK entre les croisillons du volant, pour arrêter le rouage, & on donne un certain nombre de coups de piston pour raréfier sensiblement la masse d'air renfermée sous le récipient R; on retire alors la tige

IK, & on s'apperçoit que l'intenſité du ſon eſt manifeſtement plus foible. Planche XII.

On réitere cette expérience pluſieurs fois de ſuite, en raréfiant de plus en plus l'air du récipient, & on trouve, à chaque fois, que le ſon s'affoiblit de plus en plus; de ſorte que ſi on évacuoit totalement l'air, & qu'on détruiſît tout-à-fait ſa denſité & ſon reſſort, on n'entendroit plus de ſon.

Quoique le réſultat de cette expérience ſoit ſuffiſamment ſenſible, il le deviendroit davantage ſi on la faiſoit différemment : voici comment je procede ordinairement. Le reſſort étant tendu, j'établis l'appareil ſous le récipient R, & j'engage auſſi-tôt la tige IK, pour arrêter le rouage; je fais alors le vide auſſi exactement qu'il eſt poſſible, &, à une diſtance donnée, je fais obſerver qu'en mettant le rouage en jeu, on n'entend plus, ou qu'on n'entend que très-foiblement ; le ſon du timbre : j'ouvre alors le robinet de la machine pneumatique, de maniere que l'air ne puiſſe s'introduire que progreſſivement & lentement ſous le récipient, & on s'apperçoit manifeſtement que l'intenſité du ſon augmente à proportion que la denſité & le reſſort de l'air augmentent. Obſervation ſur la maniere de faire cette expérience.

Planche XII.

TROSIEME APPAREIL.

Machine à condenser l'air. Fig. 3.

AB (Pl. XII, fig. 3.) est une planche fort épaisse & élégamment chantournée, dans l'épaisseur de laquelle on noie une platine de cuivre *ab*, semblable à celle d'une machine pneumatique; on pose, sur cette platine, un récipient de cristal CD, fort épais & ouvert à ses deux extrémités: on a soin d'interposer un cuir mouillé entre l'une & l'autre. Sur les deux côtés de la planche AB, s'élevent deux piliers de métal EF, de la même hauteur du récipient; ils sont taraudés vers le haut, & portent au-dessous de leurs vis un fort collet, qui sert d'appui à une bride de métal GH, serrée par deux forts écrous I, contre la platine L, M, qui doit fermer l'ouverture supérieure du récipient. On doit pareillement interposer des cuirs mouillés entre cette platine & le bord du récipient. N est une boîte à cuirs qui s'éleve du centre de cette platine, & dont la tige O pénétre dans la cavité du récipient. Q est un robinet de sûreté adapté sur un canal qui vient s'ouvrir au centre de la platine *ab*. Ce robinet sert à ouvrir ou fermer, à volonté, la communication entre la capacité du récipient & l'air extérieur. On monte à vis, sur l'extrémité du même canal,

la pompe R, qui peut être préciſément la même que celle que nous avons décrite, lorſque nous en avons parlé, (Pl. V, fig. 4.) Le récipient CD eſt entouré d'un grillage de fil de laiton, pour parer à tout accident. Planche XII. Planche V, Fig. 4.

Usage de cet Appareil.

Le rouage AB (Pl. XII, fig. 2.) étant encore monté & placé ſous le récipient CD, (Pl. XII, fig. 3.) on lâche ſa détente, & on juge de l'intenſité du ſon, lorſqu'il ſe produit dans une maſſe d'air de même denſité que celui de l'atmoſphère. On arrête le rouage, & on fait agir la pompe R, pour condenſer l'air juſqu'à un certain point; on lâche une ſeconde fois la détente, & on s'apperçoit que l'intenſité du ſon eſt ſenſiblement augmentée. On réitere l'expérience, après avoir condenſé de nouveau la même maſſe d'air, & on s'apperçoit, à chaque fois, que l'intenſité du ſon augmente plus ou moins ſenſiblement. Fig. 2. Fig. 3.

S'il eſt démontré, par les expériences précédentes, que le ſon augmente d'intenſité, lorſque le reſſort & la denſité de l'air augmentent, il ſeroit important de ſavoir ſi cette intenſité, dans le ſon, dépend plutôt de la denſité que du reſſort de l'air, ou inverſe-

Planche XII. ment, ou enfin, ſi elle ſeroit en raiſon compoſée de ces deux qualités de l'air. Cette queſtion fut diſcutée, il y a déjà pluſieurs années, par M. *Zanotti*; & d'après quelques expériences fort ingénieuſes, mais qu'on ne peut cependant regarder comme déciſives, il crut devoir conclure que l'intenſité du ſon, conſidéré dans le milieu qui le tranſmet, augmente comme le produit de la denſité de l'air par ſon reſſort. Nous donnerons ici la deſcription de l'appareil dont il fit uſage pour arriver à cette concluſion : nous y ferons cependant quelques changemens, pour en rendre le ſervice plus commode.

QUATRIEME APPAREIL.

Appareil de M. Zanotti, pour juger de l'intenſité du ſon augmentée par le changement de denſité & du reſſort de l'air. Fig. 4.

SUR une platine de métal EF (Pl. XII, fig. 4.) qui porte un rebord & un écrou, on établit ſolidement le même rouage d'horlogerie dont nous avons fait uſage pour les expériences précédentes. On recouvre cet appareil d'un vaiſſeau de criſtal ou de cuivre AB, dont le bord inférieur porte une vis, pour le joindre à la platine EF: on a ſoin d'interpoſer un cuir gras dans cette jonction. On remarque, ſur la voûte du vaiſſeau, une petite virole ſurmontée d'une boîte à cuirs C, dans laquelle gliſſe une tige de métal qui

s'engage, à volonté, entre les croiſillons du volant & du rouage. Planche XII.

USAGE de cet Appareil.

LE vaiſſeau étant rempli d'air de même denſité que celui de l'atmoſphère, & le rouage étant monté, on retire la tige de la boîte à cuirs; le rouage court, & on juge de l'intenſité du ſon. Cela fait, on arrête le rouage, & on plonge tout l'appareil dans de l'eau très-chaude: la chaleur augmente le reſſort de l'air; on retire encore la tige de la boîte à cuirs, pour faire courir le rouage, & on s'apperçoit manifeſtement que l'intenſité du ſon eſt augmentée; ce qui prouve que cette intenſité dépend du reſſort de l'air.

L'expérience ſuivante paroît confirmer que la denſité de l'air eſt une condition également eſſentielle à l'intenſité du ſon. On ſe ſert du même appareil, avec cette différence, qu'on retire totalement la tige de la boîte à cuirs, lorſqu'on plonge le vaiſſeau AB dans l'eau chaude. A proportion que le reſſort de l'air augmente, il s'en échappe une partie par l'orifice ſupérieur, de ſorte que la denſité de ce fluide diminue; mais à raiſon de la chaleur qu'on lui fait éprouver, la maſſe d'air renfermée ſous le vaiſſeau AB, conſerve ſon état

Planche XII.

d'équilibre avec l'air de l'atmosphère. Cela fait, on remet en place la tige de la boîte à cuirs, & on ferme exactement le vaisseau A B. On fait ensuite éprouver un nouveau degré de chaleur à ce vaisseau, afin d'augmenter le ressort de l'air, dont la densité est diminuée; on fait courir le rouage, & le son n'a pas, à beaucoup près, l'intensité qu'il avoit dans l'expérience précédente.

Malgré l'induction naturelle que ces expériences présentent, nous ne croyons pas que la conclusion que M. *Zanotti* en tire soit exactement sûre; & nous abandonnons cette réflexion à la sagacité de ceux qui voudront l'examiner.

Veut-on démontrer maintenant qu'il ne suffit pas de faire produire du son à un corps sonore, dans un milieu propre à le transmettre, mais qu'il faut encore que ce milieu s'étende jusqu'à l'organe, pour que nous puissions entendre ce son? l'appareil suivant est très-propre à cet effet.

Appareil fait pour démontrer la nécessité d'un milieu, qui arrive jusqu'à l'organe, pour que la perception du son ait lieu. Fig. 4 & 5.

CINQUIEME APPAREIL.

L'APPAREIL décrit (fig. 4.) est établi sur une platine de métal A B (fig. 5.) & appuyé sur quatre masses de plomb revêtues de drap. La platine AB est montée sur la tetine de la

machine pneumatique; par l'intermede d'un robinet C. Le tout eſt recouvert d'un récipient de criſtal EF. Planche XII.

USAGE de cet Appareil.

AVANT de poſer le récipient EF ſur la platine AB, on a ſoin de lâcher la détente D, & de faire courir le rouage: on poſe auſſi-tôt le récipient EF, & on entend le ſon très-diſtinctement. On fait alors le vide, le plus promptement qu'il eſt poſſible, & on s'apperçoit que l'intenſité du ſon diminue à proportion qu'on évacue l'air. On parvient enfin à l'amortir au point qu'on ceſſe de l'entendre à une diſtance donnée; mais il faut pour cela, que le vide ſoit ſuffiſamment bien fait entre les deux vaiſſeaux qui recouvrent le rouage. Le robinet C, dont l'appareil eſt muni, le rend propre à être détaché de la machine pneumatique, ſans que l'air rentre dans le vaiſſeau purgé d'air qui recouvre cet appareil. Il eſt fait, outre cela, pour qu'on puiſſe ſe ſervir ici d'un très-grand récipient qu'on ne pourroit point établir ſur la platine d'une machine pneumatique ordinaire: à l'aide de cette addition, on peut employer une platine de rechange.

Planche XII.

SECONDE QUESTION.

Des Appareils faits pour démontrer le milieu qui paroît le plus propre à la transmission du son.

IL est hors de doute que, dans l'état présent des choses, l'air est le véritable milieu destiné à transmettre le son du corps sonore, à l'organe qui nous le fait distinguer; mais l'air ne jouit point par exclusion de cette propriété. Tout corps élastique propre à faire des vibrations harmoniques à celle du corps sonore, est très-propre à transmettre le son. Il ne le transmettra cependant pas avec la même intensité; & on le prouve facilement en faisant sonner le rouage précédent dans l'air, & sous des vaisseaux de différentes matieres, mais élastiques.

Il est même certains fluides que la plupart des Physiciens regardent comme incompressibles, tels que l'eau, qui jouissent de la même propriété, qui transmettent très-bien le son. L'appareil suivant le démontre d'une maniere inconteſtable.

Appareil fait pour démontrer que l'eau est un milieu propre à la transmission du son.

SIXIEME APPAREIL.

L'APPAREIL représenté (fig. 4.), étant placé sous le récipient A (Pl. XII, fig. 6) & tenu en situation par un réseau C, on tient

Fig. 6.

le tout ſuſpendu par des cordons de laiue *ab*, & on plonge cette machine dans un grand vaiſſeau DE, rempli d'eau. Planche XII.

USAGE de cet Appareil.

AVANT d'établir l'appareil (fig. 4) ſous le récipient A, on a ſoin de faire courir le rouage; on obſerve enſuite que cet appareil étant plongé dans l'eau, dont il doit être recouvert à la profondeur de quelques pouces, on entend encore aſſez diſtinctement le ſon.

On doit obſerver ici que la tranſmiſſion du ſon qui ſe fait entendre alors, ne peut être rapportée aux molécules d'air qui ſont naturellement diſſéminées entre les molécules de l'eau, & on peut le confirmer en ſubſtituant à la maſſe d'eau ordinaire, dont on vient de faire uſage, une nouvelle maſſe d'eau purgée d'air. On ſait qu'une maſſe d'eau de cette derniere eſpece ne peut reprendre la quantité d'air qu'elle a perdue, qu'après avoir été expoſée, pendant pluſieurs jours, au contact de ce fluide.

TROISIEME QUESTION.

Des Appareils propres à augmenter l'intenſité du ſon.

TOUT ce qui peut réfléchir & raſſembler les rayons ſonores, tout ce qui peut les empê-

Planche XIII. cher de s'étendre dans l'atmosphère, produit cet effet; on en trouve une preuve incontestable dans les appareils suivans.

Septieme Appareil.

Porte-voix. Fig. 1. AB (Pl. XIII, fig. 1.) est un tube conique dont la base B est à trois ou quatre pieds de l'embouchure C; on le fait ordinairement de fer-blanc battu. Il seroit incomparablement meilleur d'un métal plus dense & plus élastique, tel que le cuivre.

Usage de cet Appareil.

Une personne parle par l'embouchure C, ayant soin de bien articuler les sons, & de distinguer chaque syllabe par de petites poses: le son augmente sensiblement d'intensité, & se fait entendre à une très-grande distance.

Les sourds ont su profiter de cette maniere de modifier le son & d'en augmenter l'intensité. Nous ne nous occuperons point à décrire la forme des *cornets acoustiques*; à en développer les avantages, & les moyens qu'on a imaginés pour les approprier plus convenablement à l'effet qu'ils doivent produire. Nous nous bornerons à faire connoître leur forme extérieure, que nous avons repré-
Fig. 2. sentée (Pl. XIII, fig. 2).

On peut encore mettre à profit cette ma- Planche
niere d'augmenter l'intenſité du ſon, pour XIII.
conſtruire, dans un cabinet quelconque, une machine qui réponde aſſez exactement à l'effet de ces voûtes admirables, dont pluſieurs Hiſtoriens font mention.

HUITIEME APPAREIL.

DABCE (Pl. XIII, fig. 3.) eſt un tube de fer-blanc, ou de tout autre métal, coudé en pluſieurs endroits, comme il eſt repréſenté par la figure. D repréſente l'embouchure d'un porte-voix ordinaire. CE eſt un tube conique, dont le ſommet eſt en E; il doit être fait de maniere que l'extrêmité E puiſſe entrer dans l'oreille, ſans la bleſſer. Le jambage *Aa*, auquel on donne communément quatre pieds de hauteur, eſt noyé dans la muraille, ainſi que le jambage CB. La portion AB eſt enterrée ſous le parquet, & conſéquemment n'a d'autre meſure que la longueur, ou la largeur de la piece où l'on veut poſer cet appareil. Les extrémités D & E doivent ſaillir de quelques pouces en dedans de la chambre. Tubes acouſtiques. Fig. 3.

USAGE de cet Appareil.

UNE perſonne ayant fait entrer l'extrémité E du cône CE dans ſon oreille, ſi une

Planche XIII. autre par le bas à l'embouchure D, mais lentement, & en mettant une pose entre chacune des syllabes, celle qui est placée en E, entendra tout ce que l'autre articulera, quelque distance qu'il y ait entre l'une & l'autre.

QUATRIEME QUESTION.

Des Appareils propres à démontrer quels sont les obstacles qui diminuent l'intensité du son.

TOUT corps mou, ou dépourvu de ressort jusqu'à un certain point, amortit le son, & lui fait perdre une partie de son intensité. c'est ce qu'on remarque d'une maniere très-sensible, dans de grandes assemblées, où les vêtemens des Assistans émoussent le son de la voix de l'Orateur, qui ne peut se faire entendre d'une extrémité à l'autre, qu'en parlant beaucoup plus haut. C'est ce qu'on peut remarquer en quantité d'autres circonstances, dans le détail desquelles nous ne nous permettrons point d'entrer, & ce qu'on peut assez bien confirmer avec l'appareil suivant.

NEUVIEME APPAREIL.

Appareil propre à amortir le son. Fig. 4.

ON pose sur un coussin de laine FE (Pl. XIII, fig. 4.) la sonnerie que nous avons décrite

décrite (Pl. XII, fig. 1) on la recouvre de plu- Planche
ſieurs récipiens de criſtal B, C, D. On poſe, XIII.
ſur chacun de ces récipiens, une eſpece de bonnet fait de groſſe étoffe de laine, & de façon que chacun de ces vaiſſeaux s'appuie exactement ſur le couſſin FE.

USAGE de cet Appareil.

LES choſes diſpoſées en cet état, les marteaux frappent le timbre, & produiſent un ſon qui ne s'étend point au-delà de cet appareil; mais en enlevant & en découvrant ſucceſſivement les pieces qui entrent dans ſa compoſition, le ſon ſe tranſmet au-dehors, & ſe fait entendre d'autant plus ſenſiblement, que l'inſtrument eſt plus à découvert.

Il reſte encore nombre de queſtions relatives à la tranſmiſſion & à la propagation du ſon, que le Phyſicien doit traiter, & que nous paſſons ici ſous ſilence, parce qu'elles ne ſont point du reſſort de cet Ouvrage.

SECTION NEUVIEME.

Des Appareils faits pour démontrer les effets de l'air ſur l'économie animale.

FAITS pour vivre dans l'air, l'homme, ainſi qu'une multitude prodigieuſe d'animaux

Planche XIII. de différentes especes, y respirent tous continuement une portion de cette masse fluide qui les environne. On sait de tout tems, que cette fonction est une des plus importantes & des plus indispensables des fonctions de l'économie animale; & depuis l'invention de la machine pneumatique, il n'est aucun Physicien qui n'ait démontré, par expérience, qu'elle ne peut être suspendue, ou lésée jusqu'à un certain point, qu'au détriment du sujet.

Premier Appareil.

Appareil fait pour démontrer la nécessité de l'air pour l'entretien de la vie animale. Fig. 5.

A (Pl. XIII, fig. 5.) est un animal, nous prenons communément un oiseau; on le renferme sous le récipient BC de la machine pneumatique. On a soin de placer sur la tetine, un petit support D, qui empêche que l'animal n'obstrue cette ouverture.

Usage de cet Appareil.

On donne quelques coups de piston, & on observe que l'animal s'inquiéte, sa respiration devient plus difficile : on continue à faire jouer la pompe, les inquiétudes augmentent; il respire plus difficilement; surviennent des convulsions, dans lesquelles l'animal périt.

Dès les premiers coups de piſton on rompt l'équilibre entre l'air compris dans toutes les parties de l'animal, & la maſſe d'air qui l'enveloppe extérieurement : le premier ſe dilate donc bruſquement & produit, par cette prompte dilatation, un mal-aiſe à l'animal. Ce mal-aiſe ſe décele par les inquiétudes qu'il laiſſe alors paroître. Celles-ci augmentent, parce qu'à proportion qu'on raréfie l'air du récipient, on augmente la cauſe qui les produit. L'air du récipient devenu trop rare, n'eſt plus propre à la reſpiration : il ne peut gonfler ſuffiſamment les véſicules pulmonaires & conſéquemment diſtendre, comme il convient, les vaiſſeaux qui rampent ſur la ſurface de ces véſicules : la circulation devient donc gênée dans les vaiſſeaux du poumon. Planche XIII.

L'air compris dans le tiſſu cellulaire, dans les vaiſſeaux, dans les liqueurs de l'animal, & en général, dans toutes les parties de ſon corps, ſe dilatant bruſquement, une partie s'échappe au-dehors, tandis que l'autre partie reſte entre les fibres du tiſſu cellulaire & celles des parties muſculaires de l'animal. De-là le gonflement, cette tuméfaction ſenſible qu'on apperçoit. Il arrive encore la même choſe à l'air compris dans l'eſtomac & dans les inteſtins. De-là l'expulſion des matieres qui y

Planche XIII. ſont contenues. Enfin les convulſions ſurviennent & l'animal périt, non par le défaut de reſpiration, quoique cette fonction ſoit très-gênée dans un air très-raréfié ; mais par un défaut de circulation dans le ſyſtême capillaire du poumon, occaſioné par une bruſque dilatation de l'air contenu dans les liqueurs de ces vaiſſeaux. On remarque, en effet, & l'expérience le confirme, que ces vaiſſeaux ſont obſtrués de diſtance en diſtance par des molécules d'air dilatées & qui ſe ſont échappées. L'appareil ſuivant en fournit la preuve la moins équivoque.

SECOND APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer la cauſe immédiate de la mort d'un animal dans le vide. Fig. 6.

ABC (Pl. XIII, fig. 6.) eſt un vaiſſeau capillaire tortueux, dont les deux extrémités ſont un angle droit avec le plan de ce vaiſſeau, & s'élevent d'environ deux pouces au-deſſus de ce plan ; il eſt entiérement rempli d'une liqueur colorée qui contient de l'air interpoſé : du vin ordinaire ſuffit pour cette expérience. Il eſt placé ſur un petit piédeſtal, & on a ſoin, pour rendre la couleur de la liqueur plus tranchante, d'interpoſer entre le piédeſtal & le vaiſſeau, un morceau de papier blanc. Le tout eſt établi ſur la platine de la machine pneumatique, & recouvert d'un récipient.

Planche XIII.

USAGE de cet Appareil.

SI on fait le vide ſous le récipient, on voit l'air interpoſé entre les molécules de la liqueur, ſe développer bruſquement, former des bulles qui groſſiſſent à proportion que l'air ſe raréfie ſous le récipient; on voit ces bulles ſe réunir & former nombre de ſolutions de continuité entre les parties de cette liqueur : phénomène qui repréſente ce qui ſe paſſe dans le ſyſtême capillaire des animaux qu'on expoſe à l'épreuve du vide, mais qui ne rend qu'imparfaitement l'intenſité de l'effet, qui doit être bien plus conſidérable dans des vaiſſeaux plus capillaires, tels que ceux des animaux.

Si on reporte de l'air ſous le récipient, les bulles diminuent, les ſolutions de continuité s'effacent en partie, mais non parfaitement; ce qui prouve qu'un animal auquel on a fait ſubir cette épreuve, doit être expoſé à des accidens plus ou moins fâcheux après l'expérience, & qu'il ne doit point être ſurprenant d'en voir périr pluſieurs, quelques jours après, ſur-tout ſi le vide auquel on les a expoſés a été porté juſqu'à un certain point.

Il réſulte manifeſtement de ces expérien-

Planche XIII.

ces, une vérité univerſellement reconnue : que l'air eſt indiſpenſablement néceſſaire à l'entretien de la vie animale. Mais pour quelle raiſon l'air y eſt-il indiſpenſablement néceſſaire ? Quel effet produit l'air dans la reſpiration ? Quelles doivent être les qualités de l'air, pour être propre à l'effet qu'il doit produire ? Ce ſont autant de queſtions importantes, qui exigent toute l'attention du Phyſicien, & qui l'obligent néceſſairement à étudier & à connoître non-ſeulement les fonctions de l'économie animale, mais encore les variations qui ſurviennent aux qualités de l'air, par ſon mélange avec quantité de parties hétérogènes qui s'élevent dans l'atmoſphère, & qui ſe combinent avec ce fluide.

Nous nous éloignerions trop de l'objet que nous nous ſommes propoſés dans cet Ouvrage, ſi nous nous livrions au deſir que nous aurions de développer le mécaniſme & les effets de la reſpiration ; ces ſortes de matieres n'entrent point ordinairement dans le plan d'un cours de Phyſique expérimentale, mais elles mériteroient néanmoins d'y trouver leur place, & nous ne pouvons trop exhorter les Phyſiciens à ſuivre plus particuliérement ces recherches. Nous ne pouvons non plus donner ici une analyſe ſuivie des différens

ingrédiens qui ſe combinent avec l'air de la reſpiration, qui l'affectent & alterent plus ou moins ſenſiblement ſa ſalubrité. Un volume ſuffiroit à peine à une matiere auſſi étendue : nous nous reſtreindrons donc à mettre les Phyſiciens ſur la voie, & à leur fournir des moyens de reconnoître les effets que produiſent ſur la conſtitution de l'air, quantité d'exhalaiſons différentes, qui s'élevent des entrailles & de la ſurface de la terre, & qui ſe combinent avec lui. Planche XIII.

Nous obſerverons d'abord, qu'un air pur, mais imprégné juſqu'à un certain point, de la matiere de la tranſpiration animale, devient dangereux pour la reſpiration, & affecte plus ou moins l'économie animale : l'appareil ſuivant en fournit la preuve.

TROISIEME APPAREIL.

Planche XIV.

Appareil fait pour démontrer l'inſalubrité de l'air imprégné de la tranſpiration animale. Fig. 1.

LE récipient A (Pl. XIV, fig. 1.) eſt ouvert par le haut; on adapte & on maſtique exactement à cette ouverture, un tube de verre recourbé DEFG, qui fait fonction d'un tube communiquant. On verſe une liqueur colorée dans la branche GF ; elle s'éleve à la même hauteur dans la longue branche du tube, & on marque cette hauteur avec un fil lié ſur le tube, ſuppoſons en *a* : on renferme

Planche XIV. sous le récipient A, un animal, un oiseau, par exemple, & pour que l'air du récipient ne communique point avec l'air extérieur, on l'applique sur une platine C de métal, recouverte de cire molle, au point que les bords du récipient puissent s'y imprimer. Il seroit encore plus exact de faire un cordon de cire autour du récipient.

USAGE de cet Appareil.

ON laisse les choses dans cet état, & on observe qu'à chaque inspiration, l'animal consomme une portion de la masse d'air renfermée sous le récipient, ce qui diminue le ressort & la densité de ce fluide, & conséquemment trouble son équilibre avec l'air extérieur : celui-ci devient prépondérant, & éleve la liqueur colorée d'une quantité sensible dans le tube FE. On la voit monter, supposons en *b* : au moment de l'expiration, la liqueur descend; mais on s'apperçoit, peu de tems après, qu'elle ne descend plus au point où elle étoit originairement, & après un certain nombre de respirations, on la voit montée à une hauteur intermédiaire entre *a* & *b*, supposons en *c*. L'animal consommeroit-il donc une portion de l'air qu'il inspire, ou le ressort de cet air s'affoibliroit-il, mal-

gré le degré de chaleur qu'il contracte ſous le récipient? C'eſt une queſtion que nous abandonnons aux Phyſiologiſtes; ce qu'il y a de conſtant, c'eſt que ſi l'animal reſte ſoumis pendant long-tems à cette épreuve, il éprouve des mal-aiſes très-caractériſés; il s'inquiéte, il s'agite, & il périt dans des convulſions. Planche XIV.

On remarque cependant, que pluſieurs animaux s'accoutument, juſqu'à un certain point, à reſpirer un air de cette eſpece. Les jeunes animaux ſur-tout y vivent bien plus long-tems que les autres. Mais lorſqu'un animal eſt mort dans une maſſe d'air renfermée, & qu'on en ſubſtitue un autre à ce premier, il y périt à l'inſtant & dès la premiere reſpiration. Le *D Prieſtley* a remarqué, outre cela, que lorſqu'un animal a ſupporté, pendant un certain tems, cette épreuve, & qu'il paroît encore ſe bien porter, ſi on vient à introduire un nouvel animal ſous le même vaiſſeau, ce dernier y périt ſur le champ, & le premier continue d'y vivre pendant quelques minutes.

Nous obſerverons ici, que pour faire cette expérience avec plus d'exactitude, il faut ſe ſervir d'un ſimple récipient fermé par le haut, avoir égard à ſa capacité, & le poſer ſur

Planche XIV. une tablette bien dreſſée & couverte d'un cuir modérément humide, afin qu'il s'y applique plus exactement.

Le *D. Prieſtley* imagine que l'air qui a ſervi à la reſpiration des animaux, n'eſt plus de l'air ordinaire, tel que celui de l'atmoſphère, mais que cet air s'eſt rapproché de l'état d'air fixe; & il le prouve par pluſieurs analogies qu'il remarque entre l'un & l'autre. On ne peut trop exhorter les Phyſiciens à conſulter l'Ouvrage de ce Savant, & à ſuivre plus particuliérement cet objet.

L'air, chargé de toute vapeur, ou de toute exhalaiſon quelconque, devient également nuiſible à la reſpiration; & il y devient d'autant plus nuiſible, qu'il en eſt plus fortement chargé. C'eſt ce que l'appareil ſuivant démontre manifeſtement.

QUATRIEME APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer que l'air, chargé de toute vapeur ou de toute exhalaiſon, devient nuiſible à la reſpiration.

Fig. 2. CC (Pl. XIV, fig. 2.) repréſente une petite table de quatre pouces de diamètre: elle eſt établie ſur trois pieds de ſix pouces de hauteur. On poſe ſur cette table un vaiſſeau de terre D, ſur le fond duquel on met des cendres chaudes, & par deſſus, une plaque de fer E, un peu creuſe & épaiſſe d'un pouce. On a ſoin de la faire chauffer auparà-

vant au point de la faire rougir; on recouvre le tout d'un récipient de quinze à dix-huit pouces de hauteur, & de cinq à ſix pouces de diamètre. Ce récipient doit être ouvert à ſes deux extrémités : la ſupérieure eſt fermée par une platine de métal AA, ouverte à ſon centre, pour qu'on puiſſe y introduire un entonnoir HF. Il eſt bon même que l'entonnoir ſoit ſoudé à cette ouverture, & que les bords du récipient ſoient bien dreſſés. Le tout eſt établi ſur une platine de métal BB. Planche XIV.

Usage de cet Appareil.

On renferme un oiſeau ſous le récipient, & la plaque de fer E, étant très-chaude, on verſe par l'entonnoir HF, les liqueurs & les autres ſubſtances qu'on veut réduire en évaporation, & on obſerve,

1°. Qu'une vapeur d'eau très-épaiſſe, mêlée avec l'air du récipient, cauſe à l'animal de fortes inquiétudes, & lui procure des convulſions.

2°. Qu'une vapeur de vinaigre produit un effet à peu-près ſemblable.

3°. Qu'une vapeur d'eſprit-de-vin eſt plus dangereuſe & plus nuiſible. Il arrive rarement que l'animal ſurvive à cette épreuve ; on le voit vaciller enſuite de momens à autres, & ſuccomber enfin.

Planche XIV. 4°. Une fumée épaiſſe d'huile d'olives le fait périr dans l'eſpace d'une minute, & il meurt dans de violentes convulſions.

5°. L'huile de pétrole produit le même effet.

6°. Les exhalaiſons du ſel ammoniac, toutes actives qu'elles doivent paroître, ne produiſent que de fortes convulſions, & les animaux reſtent enſuite incommodés pendant quelque tems.

On peut multiplier ces eſſais, dont nous n'avons voulu donner qu'une légere idée, afin de mettre le Phyſicien ſur la voie, & lui indiquer la maniere la plus ſimple & la plus expéditive de procéder.

On voit néanmoins d'après ce que nous venons de faire obſerver, combien il eſt dangereux de ne pas renouveler l'air des appartemens qu'on habite ; combien doit être dangereux celui qu'on reſpire dans les priſons, ſur-tout dans les cachots qui ſont toujours petits & mal-aérés ; combien eſt mal-ſain celui des Salles de Spectacles qui ſont preſque toujours remplies de monde, & dans leſquelles il s'éleve continuellement quantité d'exhalaiſons plus ou moins dangereuſes les unes que les autres.

Nous obſerverons encore ici, que ſi on fait

brûler du ſoufre ſous le même appareil, les animaux y éprouveront les mêmes accidens, & le volume de l'air renfermé ſous cet appareil, diminuera ſenſiblement; mais, comme il eſt peu propre à faire obſerver ce dernier phénomène, qui nous paroît important à examiner, nous en décrirons un autre particulier, fort analogue à celui de D. *Prieſtley*, & dont nous avons tiré le plus grand parti pour des expériences de cette eſpece. Planche XIV.

CINQUIME APPAREIL.

Appareil fait pour examiner les effets de l'air imprégné des vapeurs du ſoufre. Fig. 3.

A (Pl. XIV, fig. 3) eſt un grand ſceau rempli d'eau, dans le fond duquel on poſe un ſupport de bois BC, leſté de plomb, & ſur lequel on établit un animal, ſuppoſons toujours un oiſeau D: on recouvre le tout d'un récipient de criſtal EF, qui poſe ſur un rebord *a b*, ménagé ſur la hauteur du ſupport BC, & de façon que le récipient plonge dans l'eau du ſeau, juſqu'à une profondeur aſſez grande, pour qu'il ſoit ſubmergé de trois à quatre pouces. Le rebord *a b* doit être échancré en quelques endroits de ſa circonférence, pour que l'eau puiſſe pénétrer facilement ſous le récipient. On remarque vers le haut de l'appareil un tube courbé de verre *c*, *d*, *e*, maſtiqué d'une

Planche XIV. part au goulot du récipient EF, & de l'autre part, à un ſecond récipient GH, également placé ſur un ſupport de bois I, qui porte une platine de métal *fd*, couverte d'un cuir modérément mouillé, afin que le récipient s'y applique exactement, & ferme paſſage à l'air extérieur. Il eſt même plus exact de preſſer, pendant l'expérience, le récipient GH contre la platine *fd*. On voit ſur ce ſupport un petit vaiſſeau de métal K, dans lequel on allume de la fleur de ſoufre.

USAGE de cet Appareil.

Les vapeurs ſulfureuſes qui s'élevent & qui ſe répandent dans le récipient GH, paſſent par le tube de communication *e*, *d*, *c*, & ſe portent dans le récipient EF, elles ſe combinent avec la maſſe d'air qui y eſt renfermée; & reſpirées avec elle par l'animal qu'on ſoumet à cette épreuve, elles l'affectent plus ou moins ſenſiblement.

Pour peu que l'air diminue de volume dans cette expérience, on s'en apperçoit aiſément, & on en juge par la quantité d'eau qui s'éleve ſous le récipient EF. Le D. *Prieſtley* obſerve à ce ſujet, que lorſque la diminution de l'air a lieu, elle ne va qu'à un quinzieme ou à un ſeizieme de ſon volume. Il obſerve

encore que cette diminution n'a pas toujours lieu ſur le champ. On eſt, dit-il, quelquefois obligé, pour l'opérer, de laver pluſieurs fois l'air, de l'agiter avec de l'eau : la partie fixe s'y combine, & ce n'eſt qu'alors que la diminution a lieu. Il ajoute qu'elle eſt preſque nulle lorſque le récipient EF eſt plongé dans du mercure, parce qu'il ne ſe trouve alors aucune ſubſtance en état d'abſorber l'air. Quelque exactes que ſoient les obſervations de ce célébre Phyſicien, elles ont beſoin d'être refaites avec ſoin, & d'être examinées avec la plus ſcrupuleuſe attention. Planche XIV.

On obſerve des phénomènes ſemblables, lorſqu'on ſe contente de placer un bout de chandelle allumée ſous le récipient GH. Le volume de l'air diminue plus ou moins ſenſiblement, & l'animal placé ſous le vaiſſeau collatéral y éprouve des angoiſſes plus ou moins caractériſées, & des accidens plus ou moins fâcheux. Les vapeurs du ſuif s'élevent ſous le récipient GH, paſſent par le tube de communication ſous le récipient EF, & on voit ſenſiblement diminuer le volume d'air renfermé ſous ce dernier. L'eau monte & s'éleve ſous ce vaiſſeau. Cette expérience, qui paroît encore indiquer, comme M. *Hales* le prétendoit, que le reſſort de l'air diminue,

Planche XIV. n'eſt cependant pas déciſive. On remarque en effet le contraire; le volume d'air n'éprouve aucune diminution ſenſible lorſque le vaiſſeau EF eſt plongé dans du mercure. Il paroîtroit donc plus naturel d'attribuer cet effet ou la diminution du volume d'air à ſon abſorption dans l'eau, après l'affoibliſſement de ſon reſſort; mais quelle que ſoit la cauſe de ce changement dans le volume de l'air, ſoit qu'il ait lieu, comme il arrive lorſqu'on fait l'expérience avec de l'eau, ſoit qu'il n'ait point lieu, comme on le remarque, lorſqu'on ſubſtitue du mercure à l'eau, il n'en eſt pas moins conſtant que l'air impregné des exhalaiſons du ſuif, eſt dangereux à reſpirer. L'animal, dans l'un & dans l'autre cas, fait obſerver les mêmes ſymptômes; d'où il paroîtroit naturel de conclure qu'il eſt dangereux de ſe renfermer dans de petits endroits bien clos, lorſqu'ils ſont éclairés de pluſieurs lumieres, ſur-tout ſi on y brûle de la chandelle ou de l'huile. On y éprouve en effet des mal-aiſes, & la poitrine y eſt toujours plus ou moins affectée.

Il eſt bon néanmoins d'obſerver que tous ces accidens n'ont pas lieu, & que les animaux peuvent reſpirer & reſpirent très-librement dans l'appareil que nous venons d'indiquer, lorſqu'avant

lorſqu'avant de les ſoumettre à cette épreuve, on donne le tems aux exhalaiſons du ſuif de ſe dépoſer. Il en eſt de même des vapeurs ſulfureuſes : nous devons cette nouvelle obſervation au Docteur *Prieſtley*, & elle mérite particuliérement d'être répétée & d'être étudiée avec ſoin. Planche XIV.

Si l'air, chargé des différentes exhalaiſons que nous avons indiquées ci-deſſus, n'eſt plus propre à la reſpiration & devient plus ou moins dangereux à l'économie animale, il le devient encore davantage, & il produit des affections plus fâcheuſes & plus promptes, lorſqu'il eſt chargé de certaines exhalaiſons minérales, telles que celles qui s'élevent, par exemple, dans la grotte du chien, ſituée entre Naples & Pouzzols.

Ces exhalaiſons ſont de l'air fixe proprement dit. Plus denſe que l'air atmoſphérique, ce fluide ne s'éleve point au-delà de dix pouces de hauteur, & on peut reſpirer impunément la couche d'air qui ſe trouve au-deſſus. Elle n'eſt nullement imprégnée des émanations dangereuſes qui s'élevent de terre. Auſſi prend-on communément un chien pour en faire l'eſſai, & pour démontrer combien ces exhalaiſons ſont dangereuſes à reſpirer. Or, quoique cet animal ſoit aſſez bas pour

Planche XIV. que ſa tête ſe trouve plongée dans cette atmoſphère, on la lui tient encore baiſſée, pour qu'il ne l'éleve point au-deſſus. Bientôt on voit ſa reſpiration gênée, les convulſions & la ſyncope ſurviennent aſſez promptement, & de tous les ſignes extérieurs de la vie, il ne lui reſte qu'une pulſation imperceptible du cœur & des artères; encore ces ſignes ne ſubſiſtent pas long-tems. Pour peu qu'il faſſe de ſéjour dans cette atmoſphère, il y périt, & offre tous les ſymptômes qu'on obſerve dans les cadavres de ceux qui ont été étranglés. Si on le retire à tems, & qu'on le rende à l'air libre, il ſe remet aſſez promptement; & plus promptement encore ſi on le plonge dans le lac voiſin, qui, en reſſerrant les fibres de la peau, agit à la maniere d'un bain froid, & rétablit le cours du ſang. Il faut lire dans le premier volume des Œuvres de *Richard Mead*, la deſcription de cette grotte & l'explication des phénomènes qu'on y remarque. Les obſervations de *Léon de Capoue* ſur cet objet, ſont encore très-intéreſſantes.

Planche XIV.

SECTION DIXIEME.

Des Appareils deſtinés à faire connoître les propriétés & les effets du feu.

On doit conſidérer le feu ſous deux rapports généraux, ou comme principe conſtituant des mixtes, ou comme pur, libre, dégagé de tout état de combinaiſon. Sous le premier de ces deux rapports, c'eſt le principe inflammable; c'eſt cet être ſurprenant par l'univerſalité de ſes effets, que les Chimiſtes déſignent ſous le nom de *phlogiſtique:* conſideré ſous le ſecond rapport, c'eſt le *feu* proprement dit, qui ſe préſente à nos recherches ſous un nombre prodigieux de modifications différentes: de-là cette diverſité de rapports ſous leſquels les Phyſiciens conſidérent le mêmeêtre. Unique dans ſon eſſence, il ne differe que par la maniere ſelon laquelle il eſt uni aux ſubſtances dans leſquelles on le conſidere, & par la variété des effets qu'il y produit: c'eſt eſſentiellement le même être dont le Phyſicien développe les propriétés, lorſqu'il traite de la lumiere qui nous éclaire; de la chaleur qui nous échauffe, & qui concourt à la production de preſque tous les

Planche XIV. phénomènes de la nature; de l'embraſement qui décompoſe & qui détruit les corps; de ces volcans furieux qui dévorent les entrailles de notre globe; de la foudre qui menace nos têtes; de ces météores ignés qui nous ſurprennent; du feu électrique, & de tous les phénomènes qui y ont rapport. Pour mettre autant d'ordre qu'il eſt poſſible dans une matiere auſſi diffuſe, nous diviſerons cette Section en quatre principaux Articles : le premier traitera du feu dans un état de combinaiſon, ou du phlogiſtique; le ſecond du feu pur & dégagé de toute combinaiſon; le troiſieme de la lumiere; & le quatrieme de l'électricité.

Diviſion de cette Section.

ARTICLE PREMIER.

Des Appareils néceſſaires pour démontrer les propriétés du feu dans un état de combinaiſon, ou du phlogiſtique.

LA nature du feu, en général, eſt un myſtere que la Phyſique, aidée de tous les ſecours de la Chimie, ne peut pénétrer. On peut ſeulement aſſurer que le phlogiſtique doit être regardé comme le feu pur & élémentaire combiné & devenu, par cette combi-

naiſon, un des principes plus ou moins abon- Planche
dant des ſubſtances combuſtibles. On peut XIV.
encore aſſurer que, eu égard à la diverſité des combinaiſons dont il eſt ſuſceptible, il doit être regardé comme la cauſe de quantité de phénomènes que le Phyſicien doit connoître & développer. Ce ſera ſous ce dernier point de vue que nous le conſidérerons ici. Il ſeroit cependant important de réſoudre une queſtion qui ſe préſente naturellement à l'eſprit, lorſqu'on conſidere le phlogiſtique dans ſon état de combinaiſon. Eſt-ce ſtrictement le feu élémentaire immédiatement combiné dans les corps qui le recelent? ou n'eſt-il qu'un principe ſecondaire qui n'entre dans la combinaiſon de ces corps qu'à l'aide d'un intermede qui le rend propre à l'union qu'il contracte avec eux? Les Chimiſtes ſont encore partagés à cet égard & nous ne ſommes point à portée de fournir des moyens ſuffiſans & du reſſort de cet Ouvrage, pour réſoudre cet importante queſtion.

Nous obſerverons ſeulement ici, que ce principe, de quelque maniere qu'il ſoit uni aux corps, ne doit point être confondu, comme il l'étoit anciennement, avec les huiles, le ſoufre, les graiſſes, & en général avec toutes les ſubſtances combuſtibles que les

Planche XIV. anciens Chimiſtes regardoient, fort mal-à-propos, comme le véritable principe inflammable.

On démontre aſſez facilement les propriétés du phlogiſtique, pour peu qu'on ſoit inſtruit des différens moyens que la Chimie nous fournit, & que nous allons faire connoître ſucceſſivement, en expoſant les propriétés les plus générales de ce principe.

Combiné avec une ſubſtance non inflammable, il en réſulte des compoſés de différentes eſpeces; les uns n'acquiérent, par cette combinaiſon, ni chaleur, ni lumiere, mais ils deviennent très-ſuſceptibles d'inflammation. Souvent cette combinaiſon ſe fait au point de produire de la chaleur, de l'effervescence, une violente ébullition, & d'exhaler des vapeurs extrêmement inflammables. On peut en donner une preuve très-ſenſible avec l'appareil ſuivant.

Planche XV.

Premier Appareil.

Inflammation produite par la combinaiſon du phlogiſtique avec une ſubſtance non inflammable. Fig. 1.

A (Pl. XV, fig. 1.) eſt un matras de trois pintes ou environ, dont le col doit être un peu large, de façon cependant qu'on puiſſe boucher ſon ouverture avec le doigt. BC eſt une bougie allumée qu'on tient à la proximité de l'orifice du matras.

Planche XV.

USAGE de cet Appareil.

ON renferme dans ce vaiſſeau trois gros ou environ de limaille de fer, & on verſe par-deſſus ſuffiſante quantité d'acide vitriolique bien concentré; on bouche auſſi-tôt avec le pouce, l'orifice du matras. L'acide attaque le fer, le diſſout, s'empare de ſon phlogiſtique & produit, avec une effervescence & une ébullition très-marquées, une quantité prodigieuſe de vapeurs qu'on laiſſe raſſembler dans le matras, pendant l'eſpace d'une demi-minute. On débouche alors l'orifice du vaiſſeau, & on approche la lumiere de cet orifice. Les vapeurs s'enflamment auſſitôt; l'intérieur du matras ſe remplit de lumiere, & on entend en même tems une détonation proportionnée à la quantité de vapeurs embraſées. Il eſt de la prudence de ne faire ce mélange qu'à très-petite doſe; ſans cette ſage précaution, la détonation briſeroit le vaiſſeau entre les mains de celui qui fait l'expérience. Si, après la premiere détonation, on rebouche l'orifice du matras, le même effet aura encore lieu quelque tems après, & il ſe répétera tant que la diſſolution du métal ſe continuera avec une certaine activité.

Planche XV.

Origine de la découverte de l'air inflammable.

Cette expérience, fort ancienne en Phyſique & en Chimie, eſt la même que celle qu'on fait depuis quelques années pour recueillir ces vapeurs inflammables, qui ſont préciſément ce que le D. *Prieſtley* a déſigné ſous le nom d'air inflammable, & la détonation qu'elles produiſent ici eſt dûe à leur combinaiſon avec l'air atmoſphérique, dont le matras eſt rempli. Sans ce mélange, ces vapeurs, ou cet air inflammable, brûleroit tranquillement d'une flamme verdâtre, ainſi que M. *de la Fond* l'a démontré, en traitant de cette eſpece ſinguliere d'air, dans ſon Ouvrage, intitulé, *Eſſai ſur différentes eſpeces d'air*, & dans le premier volume de ſon *Dictionnaire de Phyſique*, article. *Air fixe inflammable*, tom. I.

Le phlogiſtique foiblement uni à l'acide vitriolique, étendu dans une quantité d'eau ſurabondante, forme un compoſé qu'on connoît ſous le nom d'*acide ſulfureux volatil* : mais plus intimément uni à l'acide vitriolique dépouillé de toute eau ſurabondante, il donne de véritable ſoufre. Parmi la multitude de procédés que nous pourrions indiquer pour faire ces deux opérations, le ſuivant ſuffira pour l'une & pour l'autre.

SECOND APPAREIL.

Planche XV.

Appareil pour obtenir, par la combinaison de l'acide vitriolique & du phlogistique, de l'acide sulfureux volatil & de véritable soufre. Fig. 2.

A (Pl. XV, fig. 2.) est une cornue de verre, dans laquelle on renferme une once d'huile d'olives & pareille quantité d'acide vitriolique bien concentré. B est un matras luté à la cornue; celle-ci est établie sur un fourneau ordinaire C. Le matras est tubulé, ou simplement percé en D, & l'ouverture est fermée avec du lut.

USAGE de cet Appareil.

ON laisse fermenter les liqueurs pendant quelque tems avant de mettre le feu au fourneau. Le mélange s'échauffe & se gonfle considérablement avec effervescence; il se dégage alors des vapeurs d'acide sulfureux volatil. On les reconnoît aisément en débouchant la tubulure D. Le mélange prend ensuite une couleur noire & une consistance résineuse semblable à la térébenthine épaissie : c'est alors qu'on allume le feu & qu'on procede à la distillation. Il passe d'abord une petite portion d'acide sulfureux, mais aqueux; vient ensuite un peu d'huile, & on voit, sur la fin de l'opération, de véritable soufre qui se sublime; il reste après, dans la cornue, une matiere charbonneuse dont le volume est assez considérable.

Planche XV. Nous abandonnons aux Phyſiciens la théorie de cette opération, qui confirme, on ne peut mieux, ce que nous avons avancé ſur la combinaiſon du phlogiſtique avec l'acide vitriolique, & qui démontre en même tems que le ſoufre n'eſt pas, comme les Anciens le prétendoient, un des principes élémentaires des corps, mais un véritable mixte qu'on ne doit point non plus confondre, comme pluſieurs l'ont fait, avec le phlogiſtique.

On regarde encore en Chimie, le phlogiſtique comme le principe des odeurs & des couleurs. Il n'eſt en effet aucun corps, dans lequel ce principe abonde, qui ſoit dépourvu d'odeur & de couleur, & on remarque aſſez conſtamment que la ſeule addition du phlogiſtique ſuffit pour colorer & donner de l'odeur à une ſubſtance inodore & privée de couleur. Nous ne prétendons pas pour cela que le phlogiſtique ſoit eſſentiellement odorant & coloré, & que ce ſoit en ce ſens qu'on doit le regarder comme le principe de ces deux qualités, mais il y contribue & il les excite dans les mixtes par ſon extrême volatilité. Il entraîne avec lui, il volatiliſe dans les uns des corpuſcules qui affectent plus ou moins ſenſiblement l'organe de l'odorat,

& il produit dans les autres des mélanges qui réfléchiſſent, ou qui réfractent tel ou tel rayon coloré, & c'eſt en cela ſeul que conſiſtent les couleurs dans les objets colorés, comme nous le ferons obſerver dans l'Article qui traitera de la lumiere. L'acide vitriolique peut encore ſervir de preuve à la vérité que nous nous propoſons d'établir. On ſait que lorſqu'il eſt pur, il eſt très-limpide, ſans couleur & ſans odeur. Planche XV.

TROISIEME APPAREIL.

A eſt un verre ordinaire, dans lequel on met une doſe quelconque d'acide vitriolique pur. B eſt un charbon allumé qu'on tient avec une pincette.

Appareil qui démont e que le phlogiſtique peut être regardé comme le principe des odeurs & des couleurs. Fig. 3.

USAGE de cet Appareil.

Si on plonge bruſquement ce charbon dans l'acide vitriolique, il s'éleve auſſi-tôt une fumée blanche abondante & épaiſſe. Cette fumée répand dans l'endroit où elle s'exhale, une odeur très-pénétrante de ſoufre brûlant: elle ſeroit même capable de ſuffoquer ceux qui la reſpireroient, & l'acide vitriolique acquiert une couleur ambrée.

Toute matiere combuſtible, végétale ou animale donne pareillement de la couleur à

Planche XV.

cet acide & en eſt elle-même plus ou moins ſenſiblement altérée. Quelques brins de paille, par exemple ; jetés dans une maſſe donnée d'acide vitriolique très-limpide, ſuffiſent pour confirmer cette vérité. L'acide prend auſſi-tôt une couleur brune plus ou moins foncée & la paille devient molle, noire & charbonneuſe. Nous laiſſons au Phyſicien le ſoin de ſuivre plus particuliérement ces recherches ; nous ne nous ſommes propoſés ici que de le mettre ſur la voie, & de lui indiquer les moyens les plus ſimples de ſatisfaire ſa curioſité ſur une matiere auſſi importante & trop long-tems négligée en Phyſique.

Nous ne pouvons cependant nous refuſer à lui mettre encore ſous les yeux une autre queſtion relative au même objet, & qui nous paroît mériter d'autant plus ſon attention, qu'elle n'eſt point encore abſolument réſolue, malgré la multitude prodigieuſe de recherches & d'expériences qu'on a faites juſqu'à ce jour à ce ſujet.

On ſait, & on ne peut douter, malgré la réclamation de pluſieurs célebres Chimiſtes, que la calcination qui détruit les métaux imparfaits & les réduit en chaux, en les privant de leur phlogiſtique, augmente plus ou moins le poids de pluſieurs de ces métaux.

Quelle eſt donc la cauſe de cette addition de poids? Voilà la queſtion qu'il s'agit de réſoudre, & ſur laquelle les opinions des Savans ſont encore très-partagées. Planche XV.

Boyle fut le premier qui s'apperçut de ce phénomène, & qui l'attribua à l'addition de la matiere ignée, qu'il crut devoir regarder comme véritablement peſante. On pourra conſulter à cet égard ſon Traité de *ponderabilitate flammæ*. *Beccher*, *Lémery*, *Geoffroy*, *Muſchenbroek*, *Senac*, & pluſieurs autres célebres Phyſiciens embraſſerent cette opinion, & lui donnerent encore un plus grand poids. *Konkel* fut d'un avis contraire; il ne put ſe prêter à croire que le feu fût peſant, & il imagina que cet excès de poids devoit être attribué à une plus grande condenſation des parties terreſtres rapprochées par l'acte de la calcination. *Junker*, *Newman* & quelques autres encore, adopterent cette idée. *Boerhaave* s'en prit aux parties étrangeres que les ſoufres corroſifs des métaux pouvoient avoir détachés des vaiſſeaux & qui ſe ſeroient combinées avec les parties terreſtres de ces métaux.

M. *Halles* attribue cet effet à la quantité d'air abſorbé pendant l'opération, & ſon opinion ne paroît pas dépourvue de vraiſem-

Planche VX

blance. Elle paroît avoir été ſoupçonnée par le *D. Jean Rey*; on la trouve aſſez bien expoſée dans l'Ouvrage de ce Médecin, imprimé en 1630. Elle l'eſt encore mieux dans un excellent Mémoire de M. *Lavoiſier,* lû à la rentrée de l'Académie, le 14 Novembre 1774. *Geller* veut, au contraire, que ce ſoit par l'addition d'un acide qui ſe joint au métal pendant ſa calcination, & que la réduction des chaux métalliques conſiſte dans le dégagement de cet acide. On retrouve, à peu de choſe près, la même idée dans l'Eſſai ſur la chaux du célebre *Meyer*: il attribue cette augmentation de poids à l'addition d'une ſubſtance ſinguliere qu'il déſigne ſous le nom de *cauſticum* ou d'*acidum pingue*, à laquelle il fait jouer le plus grand rôle dans toutes nos opérations chimiques.

M. *de Morveau* nous préſente la cauſe de ce même phénomène ſous un jour bien ſéduiſant, dans un Ouvrage intitulé: *Digreſſions académiques*. Il fait dépendre cet effet de la ſouſtraction du phlogiſtique. On ſait, dit ce célebre Chimiſte, que la calcination des métaux ne dépend que de la ſouſtraction de leur phlogiſtique, & que leur réduction ne s'opére que par l'addition du même principe. On ſait également que la premiére de

ces deux opérations augmente, & que la ſeconde diminue leur poids. Il eſt donc naturel d'en conclure que l'excès de poids qu'on remarque dans les chaux métalliques, dépend de la ſouſtraction du phlogiſtique. Mais comment M. *de Morveau* établit-il une théorie qui paroît, au premier aſpect, contrarier les loix de la méçanique? Un ſeul principe ſuffit à l'Auteur pour mettre ſon hypothèſe dans toute ſon évidence. Planche XV.

Le phlogiſtique, dit-il, eſt eſſentiellement volatil; il eſt incomparablement moins grave que l'air & que le milieu le plus ſubtil dans lequel nous puiſſions le conſidérer: il communique donc néceſſairement de ſa volatilité aux ſubſtances les plus fixes, auxquelles il eſt uni. C'eſt d'après ce principe ſuffiſamment diſcuté & aſſez ſolidement établi dans la diſſertation de cet habile Chimiſte, qu'il explique, d'une maniere ſatisfaiſante, les deux phénomènes dont il eſt ici queſtion.

L'Auteur met d'abord en avant un principe d'Hydroſtatique univerſellement reçu, & que nous avons démontré dans notre cinquieme Section.

Si la gravité ſpécifique d'un corps eſt plus grande que la gravité du liquide dans lequel il eſt plongé, la force avec laquelle ce corps

Planche XV. deſcendra, ſera comme l'excès de la peſanteur de ce corps; mais s'il eſt plus léger que le liquide, la force avec laquelle il s'élévera à ſa ſurface, ſera comme l'excès de la peſanteur de ce liquide comparée à celle du ſolide: d'où il ſuit, conclut M. *de Morveau*,

1°. Que c'eſt improprement que nous nommons *peſanteur abſolue* d'un corps, celle qu'il manifeſte dans l'air; que cette peſanteur n'eſt que relative à celle de l'air dans lequel il eſt plongé; puiſque la force avec laquelle il y deſcend n'eſt pas comme la ſomme de ſa matiere, mais ſeulement comme l'excès de ſa gravité ſur celle de ce fluide.

2°. Que le phlogiſtique étant plus léger que l'air, il doit diminuer, dans ce milieu, la gravité du corps auquel il eſt uni; que cette diminution doit être comme l'excès de ſa légéreté ſur celle de ce fluide; qu'ainſi, quoique toute addition de matiere quelconque augmente la peſanteur ſtrictement abſolue d'un corps, il eſt poſſible que cette addition n'augmente pas, ou même qu'elle diminue ſa gravité ſpécifique dans l'air.

La loi d'où je tire cette conſéquence, continue M. *de Morveau*, étant générale pour tous les milieux ſans exception, l'exemple de ce qui ſe paſſe dans un milieu plus denſe, dans

les

les mêmes circonſtances données de gravité & de légéreté reſpectives, achevera de détruire, par le témoignage de nos ſens, la prévention qui nous faiſoit réſiſter à cette vérité; & voici l'appareil dont il fait uſage à cet effet. Planche XV.

QUATRIEME APPAREIL.

Appareil pour démontrer que l'addition du phlogiſtique peut diminuer la peſanteur du corps auquel il eſt uni. Fig. 4.

AB (Pl. XV, fig. 4.) repréſente le fléau d'une balance très-exacte; on peut ſe ſervir de la balance hydroſtatique décrite (Pl. XXI, fig. 2. Tom. I.). Aux crochets *a*, *b* de ſes baſſins, ſont ſuſpendus de part & d'autre, deux crins *a*, *a*, noués en croix & ſuffiſamment longs pour ſoutenir entre eux & de chaque côté, deux cubes de plomb 1, 2, 3, 4, parfaitement égaux, & peſant chacun un poids connu; l'Auteur indique qu'ils ſoient de 573 grains. D eſt une petite tranche de liége peſant 6 grains.

USAGE de cet Appareil.

LES deux cubes étant placés de part & d'autre ſous les deux baſſins de la balance, ils ſont en équilibre dans l'air. Ils le ſont encore, lorſqu'ils ſont tranſportés & plongés dans l'eau. Mais ſi on poſe entre deux de ces cubes, ſuppoſons entre les cubes 1, 2, la lame de

Planche XV. liége D, il s'en faudra de ſix grains que l'équilibre ſubſiſte dans l'air, & on ſera obligé d'ajouter ce poids dans le baſſin oppoſé, pour rétablir l'équilibre. Ce dernier poids étant ſupprimé, ſi on plonge ces cubes dans l'eau, ceux entre leſquels la lame de liége ſera établie, deviendront plus légers, & cette légéreté ſera comme l'excès de la gravité ſpécifique de l'eau comparée à celle du liége. On ſera donc alors obligé d'ajouter 28 grains dans le baſſin au-deſſous duquel ils ſeront ſuſpendus, pour rétablir l'équilibre : d'où M. *de Morveau* conclut qu'une addition de matiere produit ici une diminution de poids dans l'eau.

Pour ſentir toute la force de cet exemple, ſuppoſons, dit ce célebre Chimiſte, que l'excès de la gravité ſpécifique de l'air ſur celle du phlogiſtique, ſoit comme l'excès de celle de l'eau comparée à celle du liége. Suppoſons, continue-t-il; le rapport de la peſanteur de telle terre métallique avec le phlogiſtique, comme du plomb au liége : ſuppoſons enfin l'agrégat dans la proportion de 573 à 6, il eſt évident que la terre métalliſée par le phlogiſtique, éprouvera dans l'air une diminution de poids de 28 ſur 573; c'eſt-à-dire d'un vingtieme à un vingt-unieme, &

qu'elle le recouvrera en perdant ce phlogiſ- Planche
tique. XV.

Toutes ces ſuppoſitions ne portent que ſur le plus ou le moins, puiſque la volatilité du phlogiſtique eſt démontrée. Voilà donc une diminution de poids dans l'air par l'addition d'une nouvelle matiere, & réciproquement.

On pourroit objecter ici que la perte qu'un corps fait de ſon poids, lorſqu'il eſt plongé dans un liquide, eſt toujours relative au volume qu'il porte avec lui, & que le volume des deux cubes 1, 2, étant augmenté par l'addition de la lame de liége, on peut, & on doit attribuer l'effet que l'Auteur réclame en ſa faveur, à l'augmentation de ce volume; & c'eſt une objection qui mérite quelques conſidérations. Obſervation ſur cette expérience.

M. *de Morveau*, qui l'avoit bien prévue, prétend que la différence qu'on remarque dans ces deux exemples, par rapport au changement de volume, ne ſauroit affoiblir leur analogie; parce qu'on ſait que le corps le plus rare, réduit à l'état le plus denſe, laiſſe encore plus de moitié de ſon eſpace vide de matiere; que la ſubtilité du phlogiſtique eſt telle, qu'en ſe fixant dans les plus petits interſtices, il ſert plutôt à les reſſerrer qu'à les

Planche XV.

diſtendre: en un mot, que ce n'eſt ici qu'un accident réſultant de la différence d'une juxtapoſition groſſiere & d'une combinaiſon intime; accident dont l'influence, à peine ſenſible dans l'air, eſt encore inverſe de l'effet que nous obſervons.

Quelqu'ingénieuſe & ſatisfaiſante que ſoit cette réponſe, & quelque bien fondée que paroiſſe l'opinion de ce célebre Chimiſte, elle n'eſt pas moins fauſſe pour cela. La véritable raiſon de ce phénomène vient, comme M. *Hales* l'avoit ſoupçonné, & comme le Docteur *Jean Rey* l'avoit aſſuré il y a plus de cent ans, de ce qu'à meſure qu'on enleve, par voie de calcination, le principe inflammable d'un métal, principe qui eſt ſans contredit le plus léger de tous les corps connus, ce métal s'empare d'une portion plus ou moins conſidérable d'air atmoſphérique & de la portion la plus pure de cet air, de celle qu'on doit regarder comme de véritable air dans cette maſſe chargée de tant de principes hétérogènes. Or, comme cet air eſt plus peſant que le principe inflammable, il augmente conſéquemment le poids du réſidu, ou de la chaux métallique, qui réſulte de cette opération. Par la raiſon contraire, lorſqu'on revivifie une chaux métallique, lorſqu'on lui

rend son principe inflammable, pour la rappeler à l'état de métal, son excès de pesanteur se détruit, parce que l'air dont cette chaux étoit saturée s'échappe à mesure que le principe inflammable s'y introduit. Les métal réengendré reprend le poids qu'il avoit originairement, & pese conséquemment moins que la chaux qui vient de le fournir. Il faut lire dans un Mémoire de M. *Lavoisier*, imprimé parmi ceux de l'Académie des Sciences, pour l'année 1775, le développement de cette sublime théorie. Planche XV.

Nous observerons seulement ici, 1°. que le phlogistique & l'air se servent mutuellement de précipitans dans ces deux opérations; que l'un exclud l'autre & prend sa place. 2°. Que l'air qui se dégage pendant l'acte de la révivification d'une chaux métallique est beaucoup plus pur, plus salubre, plus respirable, si on peut s'exprimer ainsi, que l'air atmosphérique: c'est de l'air *déphlogistiqué*, & c'est le nom sous lequel on le connoît dans la physique moderne, & sous lequel M. *de la Fond* l'a présenté & en a développé les propriétés dans son *Essai sur les différentes especes d'air*, ainsi que dans le premier volume de son *Dictionnaire de Physique*.

Planche XV.

ARTICLE SECOND.

Des Appareils néceſſaires pour démontrer les propriétés du feu pur, dégagé de tout état de combinaiſon.

LE feu pur, libre, dégagé de tout état de combinaiſon, dit un célebre Chimiſte, paroît un aſſemblage de particules d'une matiere ſimple, homogène, abſolument inaltérable; & toutes les propriétés de cet élément indiquent que ſes particules ſont infiniment petites & déliées; qu'elles n'ont aucune cohérence ſenſible entre elles; qu'elles ſont mues en toutes ſortes de ſens, d'un mouvement continuel & rapide qui leur eſt eſſentiel. D'où vient, dit-il plus bas, dans ſon excellent Dictionnaire de Chimie, une différence ſi étonnante entre les propriétés des molécules primitives intégrantes du feu, & celles des parties intégrantes de toute autre matiere? Le feu ne ſeroit-il donc point de la matiere, comme ſes propriétés l'ont fait penſer à quelques Philoſophes? Seroit-il une matiere d'un ordre différent? ou bien, ſuivant l'idée d'un grand Géomètre, l'attraction qu'ont entre elles les parties de la matiere, deviendroit-

elle négative, & ſe changeroit-elle en répul- Planche
ſion, lorſque ces parties ſont infiniment pe- XV.
tites & qu'elles peuvent s'approcher infini-
ment les unes des autres?

Toutes ces queſtions, faites par un Chi-
miſte auſſi profond & auſſi habitué à ſaiſir la
nature des corps qu'il examine, ſont moins
faites pour ſatisfaire notre curioſité, que pour
nous faire connoître combien nous ſommes
encore éloignés de pouvoir aſſigner la nature
de cet élément, & combien on doit peu
compter ſur la certitude des opinions les
plus accréditées dans l'Ecole. Mais ſi la na-
ture du feu paroît encore un myſtere impé-
nétrable à la ſagacité du Phyſicien, il peut
au moins ſaiſir, analyſer & démontrer d'une
maniere très-certaine, la plus grande partie
de ſes propriétés; celles dont la connoiſſance
lui devient de la plus grande importance, &
pour les beſoins ordinaires de la vie, & pour
rendre raiſon de quantité de phénomènes
propres à flatter ſa curioſité.

L'extrême ténuité, la mobilité ſurprenante
de ſes molécules ſe fait voir manifeſtement
par la facilité avec laquelle il pénétre les ſubſ-
tances les plus compactes, & par ſa tendance
à ſe mettre en équilibre dans tous les corps

Planche XV. circonvoisins; ce qu'on peut démontrer aisément avec l'appareil suivant.

Premier Appareil.

Appareil fait pour démontrer que la matiere ignée tend à se mettre en équilibre dans tous les corps. Fig. 5.

AB (Pl. XV, fig. 5.) est une tablette suffisamment grande pour ménager sur sa surface un nombre quelconque de petites cases *a*, *a*, *a*, *a*, &c. dans l'épaisseur desquelles on pose des corps de différentes especes *b*, *b*, *b*, *b*, &c. tous chauffés ou refroidis à différens degrés. C D est un thermomètre à air, selon la méthode de *Drebbel*, dont la partie supérieure est terminée en forme de cylindre & fait un angle droit avec le tube de l'instrument, afin de pouvoir poser le cylindre sur chacun des corps *b*, *b*, *b*, *b*, &c. & de l'abandonner à lui-même dans cette situation. *o* est une petite masse de plomb adhérente au bout du cylindre C; elle sert à contre-balancer la masse de l'instrument & à le contenir sur la tablette.

Fig. 6. EF (fig. 6.) est une seconde tablette semblable à la précédente, mais dont la surface n'est point entaillée. On remarque sur celle-ci des vaisseaux de cristal *c*, *c*, *c*, &c. des verrres à boire suffiroient au besoin. Dans chacun de ces vaisseaux sont renfermées des des liqueurs de différentes densités & pareil-

lement amenées à des températures différentes. Planche XV.

G (fig. 7.) eſt un thermomètre dont la boule eſt en ſpirale, & conſéquemment très-ſenſible. Sur la tige de cet inſtrument, on voit un fil *d*, qui l'enveloppe & qui tient à frottement ſur tous les points de la longueur de cette tige. Fig. 7.

Usage de cet Appareil.

Les choſes étant diſpoſées de la maniere que nous venons d'indiquer, on laiſſe tous ces corps dans le même endroit pendant un tems ſuffiſant, ſuppoſons une heure, afin que la matiere ignée ait le tems de ſe diſtribuer & de ſe mettre en équilibre. On laiſſe auſſi dans le même endroit & pendant le même tems, les deux thermomètres dont nous venons de parler: on prend alors le thermomètre de *Drebbel* avec une pince garnie d'une étoffe de laine. On marque avec un fil la hauteur à laquelle la liqueur ſe trouve dans le tube, & on poſe ſucceſſivement le cylindre C ſur chacun des corps qui repoſent ſur la tabette AB. On ne remarque aucun mouvement, aucun changement ſenſible dans la hauteur de la liqueur; ce qui prouve que tous ces corps ont acquis la même température.

Planche XV. On obſerve la même choſe par rapport aux liquides, en plongeant pareillemet ſucceſſivement la ſpirale du thermomètre G dans chacun des vaiſſeaux *c*, *c*, *c*, &c. ayant eu ſoin toutefois de placer le fil *d*, à une hauteur correſpondante à la liqueur; ce qui prouve également l'uniformité ſelon laquelle la matiere ignée ſe diſtribue dans les liquides & ſe met en équilibre dans tous les corps environnans.

Cette matiere, accumulée juſqu'à un certain point dans les corps, produit en nous un ſentiment particulier, mais relatif à la diſpoſition actuelle de nos organes. Si ce ſentiment, cette impreſſion ne peut être regardée que comme très-équivoque, lorſqu'il s'agit de juger de l'intenſité, ou mieux de la quantité de feu libre qui ſe trouve raſſemblée dans les corps que nous regardons comme chauds, il produit ſur ces corps un autre effet plus ſuſceptible d'être analiſé & d'être comparé. Il les dilate plus ou moins ſenſiblement, & on juge, auſſi exactement qu'il eſt poſſible, de la quantité de feu libre qui les pénetre, par la quantité d'expanſion qu'ils acquierent. L'échelle du thermomètre eſt fondée ſur ce principe, & on peut voir manifeſtement, à l'aide de l'appareil ſuivant, que quelque degré

d'expanſion que puiſſe acquérir une liqueur donnée, elle n'éprouve aucune ſolution de continuité dans ſes parties. Planche XV.

SECOND APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer l'expanſion des liquides, occaſionnée par la chaleur. Fig. 8.

AB (Pl. XV, fig. 8.) eſt un un vaiſſeau de criſtal ſuffiſamment profond, dans lequel on verſe une certaine quantité d'eau très-chaude, ſuppoſons juſqu'en *ab*. C eſt une boule de verre mince, ſoufflée & ſurmontée d'un tube ouvert ED. Cette boule & une portion du tube, juſqu'en *c*, par exemple, ſont remplies d'une liqueur colorée, d'eau ou d'eſprit-de-vin.

USAGE de cet Appareil.

ON lie & on arrête un fil en *c*, où la liqueur colorée ſe trouve élevée dans la longueur du tube, & on plonge la boule C dans la maſſe d'eau chaude. On voit alors la liqueur ſe dilater dans le tube & s'y élever à une hauteur d'autant plus grande, qu'elle acquiert plus de chaleur. On remarque, lorſqu'elle eſt élevée vers le haut du tube, que quelque degré d'expanſion qu'elle ait acquis, il ne ſe trouve aucune ſolution de continuité, ni dans la colonne de liqueur, ni dans la maſſe qui demeure renfermée dans la boule C.

Planche XV.

Obſervation ſur cette expérience.

Quoique la liqueur dont on fait uſage dans cette expérience, paroiſſe ſe dilater & augmenter de volume à proportion de la quantité de feu dont elle eſt imprégnée, il s'en faut cependant de beaucoup que le progrès de la dilatation ſoit proportionnel à la quantité de matiere ignée. *Halley* eſt un des premiers qui ait fait cette obſervation; elle ſe trouve vérifiée par quantité de phénomènes, dans le détail deſquels nous ne pouvons nous permettre d'entrer. Cet effet dépend de la conſtitution intime des mixtes, & le Phyſicien ne peut trop le vérifier & le méditer. Il eſt d'autant plus important à connoître, qu'il contrarie manifeſtement les principes ſur leſquels on a gradué juſqu'à préſent nos thermomètres, & il démontre en même tems que, quelque exacts qu'ils ſoient, ils ne peuvent nous indiquer avec préciſion le véritable degré de chaleur qui regne dans l'atmoſphère.

Quelque compacte que ſoit un corps, il ne peut réſiſter à l'action du feu qui le pénétre; il ſe dilate néceſſairement, & ſi ſa dilatation n'eſt pas ſenſible à l'œil, elle peut le devenir, & elle peut être exactement appréciée à l'aide de l'appareil ſuivant.

TROSIEME APPAREIL,

Planche XVI.

Le Pyrometre. Fig. 1.

SUR une caiſſe A (Pl. XVI, fig. 1.) s'élevent deux piliers B & C, entre leſquels gliſſe & eſt contenue une lampe à l'eſprit-de-vin, dont les quatre méches allumées doivent échauffer une tige de métal *a b*, fixée par une cheville qui la traverſe dans la tête du pilier C, & paſſant à travers celle du pilier B, qu'elle excède de quelques lignes. Cette extrémité s'appuie contre le bout d'une vis *c*, qui traverſe un mentonnet qui s'éleve à angle droit ſur l'extrémité *d* d'un lévier angulaire *d e f*, mobile en *e* ſur un pivot. L'extrémité *f* de ce lévier s'articule & mene le plus court bras d'un ſecond lévier angulaire *g h i*, mobile en *h* ſur ſon pivot. L'extrémité de la longue branche de ce dernier eſt terminée par un rateau K, qui s'engrène avec le pignon *l* de la tige *l m*, terminée par une roue dentée *n*, qui fait mouvoir le pignon de la tige qui porte l'aiguille *o p*. Celle-ci ſe meut ſur la circonférence d'un cadran d'émail, que nous avons repréſenté à jour, pour qu'on pût voir l'intérieur de la machine. Ce cadran eſt diviſé en ſoixante parties égales, qui, dans la diſpoſition de la machine, expriment $\frac{1}{890}$ de ligne, dans l'alongement de la tige de métal *a b*.

Planche XVI. Sur le même axe, qui porte le pignon de la roue *n*, eſt fixée une poulie *q*, faiſant fonction de treuil, ſur laquelle s'enveloppe une ſoie *r f*, à l'extrémité de laquelle eſt attaché un petit poids *t* qui monte ou qui deſcend lorſque la machine eſt en mouvement.

Au pied du pivot ſur lequel roule le lévier *g h i* eſt adapté un reſſort, qu'on ne peut voir ici, & qui fait l'office de repouſſoir. Il ſert à ramener le rateau en ſens contraire du mouvement que lui communique l'alongement de la tige *a b*.

On voit en *v* la tête d'une vis qui traverſe le coq dans lequel roule le pivot du ſecond lévier *g h i*, & qui vient s'appuyer contre le plus court bras de ce lévier. Cette vis ſert à rappeler l'aiguille *o p* au n°. 60 de la graduation du cadran, lorſqu'elle s'en eſt éloignée, après que la tige *a b* eſt miſe en place. La vis *c* qui s'appuie contre cette tige peut elle-même ſervir, juſqu'à un certain point, au même uſage.

Cet inſtrument, que j'ai imaginé en 1781, a plus d'un avantage ſur les anciens pyromètres dont on s'eſt ſervi juſqu'à préſent, 1°. le cadran étant vertical, on peut voir l'effet de la machine à une très-grande diſtance; ce qui devient important dans des Cours de

Phyſique où la multitude d'auditeurs ne permet pas à tous d'être à portée des inſtrumens dont on fait uſage. Planche XVI.

2°. Les léviers n'étant plus renfermés dans une cage, tout le monde peut voir plus facilement auſſi le mouvement de la machine.

3°. La tige *a b* n'étant plus montée à vis à l'extrémité du lévier qu'elle doit pouſſer dans ſon alongement, & les vis *c* & *v* pouvant faire varier la ſituation des léviers, on peut diſpoſer l'aiguille de façon qu'elle réponde, au commencement de l'expérience, au premier degré de la diviſion du cadran. On évite en outre un frottement qu'on ne pourroit éviter dans le premier mobile de l'inſtrument, conſtruit ſelon l'ancienne méthode.

4°. Enfin, à l'aide du petit poids *t* les ailes du pignon de l'aiguille ſont toujours preſſées entre les dents de la roue *n*, & on évite par-là le trop de jeu qui ſe trouvoit néceſſairement dans l'engrènage du pignon & du rateau dans les anciens pyromètres, & conſéquemment il ſe trouve ici moins de tems perdu; ce qui eſt un des plus précieux avantages d'une machine de cette eſpece. Nous ne dirons rien de la forme & de l'élégance de cet inſtrument; on voit au premier coup-d'œil qu'il l'emporte de beaucoup ſur celles des anciens inſtrumens.

Planche XVI.

Usage de cet Appareil.

L'uſage de cet Appareil eſt naturellement indiqué par la deſcription que nous venons d'en donner. La lampe étant préparée & les mêches imbibées d'eſprit-de-vin, on diſpoſe au-deſſus la tige de métal dont on veut éprouver la dilatation; & après avoir conduit, s'il en eſt beſoin, l'aiguille au premier degré de la diviſion du cadran, à l'aide des vis *c* & *v*, on allume les mêches. A peine la chaleur ſe fait-elle ſentir à la tige *ab*, qu'elle ſe dilate & qu'elle s'alonge. En s'alongeant elle pouſſe devant elle la vis *c*, & conſéquemment elle fait mouvoir circulairement le premier lévier angulaire *def*. Le mouvement de celui-ci entraîne néceſſairement celui du ſecond *ghi*; le rateau, qui ſe meut en même tems, fait tourner le pignon *l*, & conſéquemment la roue *n*. Celle-ci produit le même effet ſur le pignon de l'aiguille, & on voit cette derniere parcourir ſucceſſivement tous les degrés du cadran.

Le mouvement de cette aiguille n'eſt jamais uniforme, & on en conçoit facilement la raiſon. Quelque pur que ſoit le métal de la tige *ab*, il n'eſt jamais parfaitement homogène. De-là nombre de parties qui réſiſtent plus

plus les unes que les autres à leur dilatation; Planche
de-là l'irrégularité du mouvement de la ma- XVI.
chine. Lorſqu'on a ſoumis une tige à cette épreuve, & qu'on l'a laiſſée ſe dilater autant qu'on l'a jugé à propos, on éteint les mêches alors la tige ſe refroidit, & reprend, en ſe refroidiſſant, ſes premieres dimenſions. Elle ſe raccourcit donc: auſſi voit-on l'aiguille *o p* rétrograder & retourner ſur ſes pas. Elle y eſt encore déterminée par le reſſort dont nous avons parlé précédemment, & qui fait, comme nous l'avons dit, l'office de repouſſoir.

Cet inſtrument doit être muni de tiges faites de différens métaux. On les renferme dans un tiroir, qui fait partie de la caiſſe A, & avec elles une eſpece de manche portant une douille quarrée, dans laquelle on fait entrer le bout E de la tige, lorſqu'elle eſt chaude, & qu'on y arrête par le moyen d'une vis de preſſion qui traverſe cette douille.

De tous les métaux que nous avons ſoumis à cette épreuve, nous avons toujours trouvé le fer plus dilatable.

L'inſtrument que nous venons de décrire, & à l'invention duquel M. *de la Fond* à bien voulu applaudir, ne peut faire obſerver la dilatation des métaux qu'en un ſeul ſens; il ne peut démontrer que leur alongement: or, il

Planche XVI. est constant que, soumis à l'action du feu, ils se dilatent en toutes sortes de sens; ce qu'on peut confirmer suffisamment avec l'appareil suivant.

Quatrieme Appareil.

Autre espece de pyromètre pour démontrer la dilatation en tout sens. Fig. 2.

Sur une tablette triangulaire de métal A (Pl. XVI, fig. 2), s'éleve une espece de pilastre de même matiere BC, au haut duquel on suspend une chaîne *ab*, qui soutient par son extrémité inférieure un cône D, qu'on peut faire de différens métaux & rechanger à volonté. On voit en F une lame de métal percée à son centre d'un trou suffisamment grand pour que le cône D puisse s'y enfoncer jusqu'au niveau de sa base. La lame F est jointe à charniere au pilastre BC, de façon qu'elle peut être disposée & parallèlement à l'horizon, ou reployée sur la hauteur du pilastre, comme on l'observe en *f*. E est une lampe à l'esprit-de-vin, destinée à faire chauffer le cône D.

Usage de cet Appareil.

On commence par s'assurer que le cône n'étant échauffé qu'à la température de l'atmosphère, il entre entiérement dans le trou de la lame F, & que le plan de sa base est de niveau avec le plan supérieur de la lame. On

retire le cône; on reploie la lame F ſelon la hauteur du pilaſtre; on allume la lampe E, & on fait chauffer le cône D pendant l'eſpace de quatre à cinq minutes, afin qu'il acquiert aſſez de chaleur pour que le réſultat de l'expérience ſoit bien manifeſte. On éteint alors la lampe; on remet la tablette F dans ſa premiere ſituation, & on obſerve que le cône D ne pénétre plus auſſi profondément dans ſon ouverture; le plan de ſa baſe excède celui de la tablette d'une quantité plus ou moins ſenſible. Planche XVI.

On peut donc conclure de cette expérience, qu'il n'eſt aucun corps qui ne ſe dilate en tous ſens, lorſqu'il eſt pénétré de matiere ignée, ou lorſqu'il eſt expoſé à l'activité d'un feu libre; & c'eſt, ſans contredit, un des effets du feu qui mérite le plus l'attention du Phyſicien. Il lui fournit un moyen de rendre raiſon de quantité de phénomènes qui y ont rapport, & particuliérement de ces variations continuelles, auxquelles certains corps ſont expoſés dans leurs dimenſions. Il lui apprend ce qui doit néceſſairement arriver à la longueur des verges des pendules, lorſqu'on les fait paſſer ſucceſſivement dans des climats dont les températures ſont très-différentes, ou lorſqu'elles demeurent expoſées à la différence qu'on

Application de cet effet aux pendules.

Planche XVI. remarque de l'hiver à l'été, dans la température d'un même endroit. Il lui fournit l'occaſion de traiter de ces moyens ingénieux qu'on a imaginés pour remédier à une erreur auſſi eſſentielle dans un inſtrument qui ne peut être trop exact pour meſurer la durée du tems. On trouve deux Mémoires très-curieux ſur ce ſujet, parmi ceux de l'Académie des Sciences, pour les années 1741 & 1769. On lit encore dans le IIe. volume de la Collection académique, des obſervation très-importantes ſur cette matiere.

Autre application à la peſanteur ſpécifique des corps

De la dilatation des corps, occaſionée par la chaleur, ſuit néceſſairement une diminution dans leur peſanteur ſpécifique, & cette diminution eſt d'autant plus ſenſible, que la dilatation eſt portée à un plus haut degré. Cet effet dépend particuliérement de la conſtitution des corps qu'on expoſe à l'action d'un feu libre. Il en eſt tels auxquels le moindre degré de chaleur fait perdre une portion ſi ſenſible de leur peſanteur relative, qu'ils deviennent ſpécifiquement plus légers que tout milieu environnant; & ce ſont ces corps qu'on connoît, en Chimie, ſous le nom de *volatils*. Il en eſt d'autres, au contraire, dont les parties ſont ſi ténaces & réſiſtent tellement à leur expanſion, que le plus grand degré de

feu n'affoiblit que très-peu leur peſanteur ſpécifique : ces derniers ſont appelés *fixes*. D'autres tiennent le milieu entre les uns & les autres, & participent plus ou moins à l'une & à l'autre de ces deux propriétés. Les Chimiſtes ont ſu mettre à profit ces diſpoſitions particulieres des corps, pour analyſer les mixtes ; & ce que nous avons dit dans le premiere Section de cet Ouvrage, ſur l'analyſe, ſuffit au Phyſicien pour ſentir tout le prix de cette connoiſſance. Planche XVI.

Autre effet du feu.

Sans produire une très-grande expanſion dans les corps, il arrive ſouvent que le feu libre & en action, les pénétrant de toute part, détruit l'adhérence entre leurs parties intégrantes, & les fait paſſer de leur état ſolide, à celui de fluides. C'eſt ce qui arrive à tous les métaux, lorſqu'ils ſont expoſés juſqu'à un certain point à toute l'activité du feu. L'action d'un feu libre ſuffit preſque toujours à cet effet ; mais on augmente prodigieuſement ſon activité par différens moyens qu'on connoît en Chimie, ſous le nom de *flux* ou *fluors*, dont le Phyſicien ne doit point ignorer les propriétés. On l'augmente encore ſinguliérement lorſqu'on fait entrer dans ces flux des ſubſtances qui contiennent une quantité très-abondante de phlogiſtique,

Planche XVI. ainsi qu'on peut s'en convaincre avec l'appareil suivant.

CINQUIEME APPAREIL.

Appareil pour démontrer la fusion d'un métal par l'intermède d'un flux.

Fig. 3. AB (Pl. XVI, fig. 3) est un petit guéridon de métal, sur lequel on établit, avec un peu de cire molle, une des coquilles d'une noix. On remplit cette coquille d'une poudre faite de trois parties de salpêtre, de deux parties de fleur de soufre, & de même quantité de sciure de bois sec. On renferme, ou mieux on enterre dans cette poudre, s'il est permis de s'exprimer ainsi, une piece de dix-huit deniers, courbée en forme de gaufre.

USAGE de cet Appareil.

A l'aide d'une mêche allumée, ou d'un petit morceau de papier roulé & allumé, on met le feu à la poudre; elle s'embrase aussi-tôt; elle s'allume & elle agit avec tant d'activité sur la piece de monnoie, qu'elle la fait tomber en fusion avant que la matiere du feu ait pu attaquer la coquille qui sert de creuset. On enleve promptement cette coquille, & on jette brusquement le tout dans un vaisseau de métal rempli d'eau. On retrouve au fond de ce dernier vaisseau, la piece de monnoie fondue & réduite en un petit culot de métal.

Le feu libre, aidé du phlogiſtique qui ſe développe & qui ſe convertit lui-même en feu libre, ſuffit encore pour attaquer un méral d'une maniere très-ſenſible : l'appareil ſuivant en fournit une preuve très-convaincante. Planche XVI.

SIXIEME APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer que l'action du feu libre augmentée par le phlogiſtique, attaque & diviſe une piece de monnoie. Fig. 4.

A (Pl. XVI, fig. 4.) eſt une platine de métal qui ſe poſe ſur le guéridon précédent (fig. 3) ; cette platine eſt ſurmontée de trois tiges de métal de ſix à ſept lignes de hauteur, & diſpoſées en forme de trépied. On établit ſur ces tiges, une piece de monnoie ; on prend communément, pour cette expérience, une piece de deux ſols. On met en deſſus & en deſſous de la piece, une pincée de fleur de ſoufre.

USAGE de cet Appareil.

On allume le ſoufre deſſus & deſſous, & on laiſſe la piece de monnoie expoſée pendant quelque temps à l'activité des deux flammes. Au beſoin, on ajoute du ſoufre ſur la piece, & après un certain temps on voit qu'elle ſe fend ſur ſon épaiſſeur, & que la lame ſupérieure commence à s'élever un peu. C'eſt alors que l'opération eſt finie ; on peut,

Planche XVI. si on veut, laisser consommer le soufre qui brûle au-dessus de la piece. On l'enleve ensuite de dessus le trépied, & on la jette dans un petit vaisseau plein d'eau pour la refroidir. On passe la lame d'un couteau dans la fente qui se présente, & on divise la piece en deux parties, selon son plan; la lame supérieure est ordinairement plus mince; elle est friable & cassante: celle de dessous, plus épaisse, résiste à sa rupture, & demeure encore empreinte des deux côtés.

Le phlogistique, animé par l'action du feu pur, joue encore le plus grand rôle dans l'explosion de la poudre fulminante.

SEPTIEME APPAREIL.

Appareil pour l'expérience de la poudre fulminante. Fig. 5. DANS une cuiller de fer AC (Pl. XVI, fig. 5), posée sur un fourneau B, rempli de charbons modérément allumés & recouverts de cendres, on met une demi-once d'une composition faite de trois parties de nitre, deux d'alkali fixe, & une de soufre. Le tout doit être bien mêlé & passé au tamis.

USAGE *de cet Appareil.*

ON laisse ce mélange à l'air libre; il s'échauffe insensiblement, il se fond, la sur-

face ſe couvre d'une croûte noirâtre ; il s'en exhale des vapeurs aſſez abondantes. On apperçoit enſuite une petite flamme bleuâtre, & quelques momens après on entend une détonation foudroyante : ſouvent la cuiller ſe trouve percée après l'expérience. Planche XVI.

Quoique cette détonation ſoit aſſez ſemblable à celle de la poudre à canon, la poudre fulminante a cela de particulier, qu'elle n'a pas beſoin, pour produire cet effet, d'être renfermée & ſerrée comme la poudre à canon. Elle exige auſſi, pour que ſon effet ait toute l'intenſité qu'il peut avoir, que le feu ſoit extrêmement modéré : plus il eſt moderé, plus l'exploſion eſt forte ; parce que, dans ce cas, toute la maſſe a eu le temps de ſe fondre, de ſe combiner & de partir en même temps.

Pour rendre exactement raiſon de cette expérience, le Phyſicien doit d'abord obſerver que lorſque cette poudre commence à ſe fondre, il s'engendre un véritable foie de ſoufre, par la combinaiſon de l'alkali avec le ſoufre qui entrent dans cette compoſition. 2°. Que l'action du feu dégage preſqu'entiérement le phlogiſtique du ſoufre, le réduit en une vapeur qui pénétre la maſſe de toutes parts & qui ſe diſtribue uniformément entre

Planche XVI. les parties du nitre qui se trouve également fondu. 3°. Que l'action de la chaleur ayant été constamment modérée, mais étant devenue assez forte pour faire prendre feu à une seule des parties de la poudre, qui est toute parvenue au même état propre à l'inflammation, toutes les autres prennent feu en même temps, & cette explosion instantanée frappe l'air environnant avec une telle force & une telle rapidité, qu'il n'a pas le temps de céder à cette percussion, & conséquemment qu'il résiste autant à la fulmination de cette poudre, que les parois des armes à feu résistent à celle de la poudre à canon. Mais si le Physicien veut entrer dans des détails plus particuliers de tous les phénomènes qu'il peut observer dans cette expérience, il doit étudier avec soin la théorie de la détonation du nitre; elle lui fournira des connoissances qui lui sont indispensablement nécessaires à cet effet. Il trouvera cette théorie clairement exposée, quoique d'une maniere un peu précise, dans l'excellent *Dictionnaire de Chimie de M. Macquer.*

Il ne suffit pas au Physicien de connoître & de démontrer les principales propriétés du feu; les effets qu'il produit solitairement, c'est-à-dire, lorsqu'il est pur & dégagé de

tout état de combinaiſon, ou lorſque ſon action eſt aidée de celle du phlogiſtique; il doit encore étudier particuliérement les moyens qu'on peut mettre en œuvre pour l'animer, augmenter ſon action & pour le dégager, ou le faire, pour ainſi dire, ſortir des ſubſtances qui le récelent. Planche XVI.

En mettant à profit la quantité naturelle de feu pur qui émane continuellement du diſque du ſoleil, & qui ſe dirige vers la ſurface de notre globe, on peut, à l'aide de différens inſtrumens dont nous parlerons dans l'article ſuivant, raſſembler pluſieurs rayons lumineux & les faire coïncider ſur les corps qu'on veut violemment échauffer & pénétrer, pour ainſi dire, de matiere ignée. Les loupes, les miroirs concaves, la réunion de pluſieurs miroirs plans, produiſent, ſans contredit, des effets extraordinaires, & excitent à leurs foyers la chaleur la plus violente, dont on puiſſe faire uſage pour la décompoſition des corps.

Au défaut de cette méthode, dont on ne peut pas diſpoſer à volonté, & dont l'application doit être réſervée pour la décompoſition des ſubſtances les plus fixes & les plus réfractaires, on ſait, & perſonne n'ignore, que la combuſtion des corps compoſés, dans la

Planche XVI. combinaison desquels le feu entre comme principe constituant, & qu'on nomme, à cause de cela, *combustibles* ou *inflammables*, rassemble une quantité de feu assez abondante pour subvenir à la plus grande partie de nos besoins. Les moyens d'augmenter l'activité naturelle du feu qu'on produit de cette maniere, sont trop connus pour nous arrêter à cet objet; les Chimistes qui emploient le plus communément cette méthode, ont des moyens particuliers pour graduer son action; & nous les avons fait suffisamment connoître dans la premiere Section de cet Ouvrage.

Moyens particuliers de développer la matiere ignée

Outre les deux moyens précédens d'exciter la matiere ignée, on sait que les frottemens, les chocs redoublés, sont encore très-propres à cet effet, & que souvent ils augmentent très-puissamment l'activité du feu. Quelle activité, en effet, ne doit-on pas supposer aux simples étincelles qui naissent du choc d'un morceau d'acier contre une pierre à fusil, puisque les parcelles qui se détachent de l'acier, sont aussi-tôt fondues, & tombent sous la forme de petits boulets métalliques, comme il est aisé de s'en convaincre en plaçant sous la lentille du microscope décrit (Tome I, Pl. III, fig. 4.) une lame de verre

Fig. 4.

AB (Pl. XVI, fig. 6.) ſur laquelle on raſſemble avec ſoin les débris de la pierre & de l'acier, lorſqu'on les frappe l'un contre l'autre? Planche XVI. Fig. 6.

Pour rendre cette expérience plus facile à faire, il faut recueillir ces débris ſur un grand papier blanc, & les porter enſuite ſur la lame de verre AB, ayant ſoin d'en ſéparer les plus grands éclats de la pierre.

Avec quelle activité la matiere ignée ne ſe développe-t-elle pas, lorſqu'on choque rudement, ou qu'on frotte fortement un morceau de phoſphore d'Angleterre entre deux morceaux de papier fort épais. La découverte de ce phoſphore, comme la plupart de celles qu'on fait en Chimie, fut le produit du haſard. Un Alchimiſte allemand, nommé *Brant*, trouva cette matiere, en traitant de l'urine avec des vues bien différentes. Il fit un myſtere de ſa découverte; mais *Kunkel*, célebre Chimiſte, parvint à le pénétrer, & ne cacha point la maniere de procéder. Il la communiqua à M. *Homberg*, en France, qui ne put cependant parvenir à faire du phoſphore; il la communiqua encore à M. *Boyle*, qui réuſſit parfaitement à la mettre en partique, par les ſoins & les travaux de M. *Godfreid Hatwit*, célebre Chimiſte, qui vivoit alors en Angleterre. Celui-ci même en fit un objet Phoſphore d'urine.

Planche XVI. de commerce : il en fournit à tous les savans & tous les amateurs des pays étrangers ; & ce fut alors que ce phosphore prit le nom de *phosphore d'Angleterre*, qu'on lui a conservé long-tems. M. *Rouelle* l'aîné fut un des premiers en France qui parvint à le bien faire ; & dès qu'il eut donné des instructions suffisantes à ce sujet à ceux qui suivoient ses cours, on vit tous nos Chimistes réussir également dans cette opération. Il faut convenir qu'elle étoit alors assez embarrassante, par la multitude de préparations qu'elle exigeoit ; mais elle s'est singuliérement simplifiée de nos jours, & on tire actuellement l'acide phosphorique, qui est la base du phosphore, bien plus abondamment & avec beaucoup plus de facilité des os des animaux calcinés dissous dans l'acide vitriolique. Plusieurs savans Chimistes se sont occupés depuis peu de cet objet, & y ont parfaitement réussi ; on trouve les procédés qu'ils nous ont indiqués & qui ne sont point du ressort de notre Ouvrage, dans le Journal de Physique de M. l'Abbé *Rozier*. M. *de la Fond* en a donné une idée suffisamment développée dans le *Supplément à son Dictionnaire de Physique*. On doit à M. *Scheel*, célebre Chimiste Suédois, les premiers travaux qui ont conduit à cette découverte.

Si M. *Homberg* ne put faire réuſſir le procédé que M. *Kunkel* lui avoit communiqué, il en tira néanmoins parti. Il parvint, à force de travaux, à découvrir une nouvelle ſubſtance combuſtible, qui n'étoit point, à proprement parler, du phoſphore, mais un véritable *pyrophore*. C'eſt une poudre noire, ſemblable, au premier aſpect, à de la poudre à canon, qu'il obtint de la calcination d'une matiere animale combinée avec un ſel qui contient de l'acide vitriolique, tel que l'alun, dont on fait le plus fréquent uſage. On trouve la théorie de cette opération développée d'une maniere très-lumineuſe, dans un Mémoire de M. *le Jai*, imprimé dans le troiſieme Volume du Recueil des Mémoires donnés par des Correſpondans de l'Académie. Nous paſſons légérement ſur tous ces objets qui ne ſont point, à proprement parler, du reſſort de cet Ouvrage, mais que nous ne devons pas laiſſer ignorer. Planche XVI. Pyrophore de Homberg.

L'activité avec laquelle quantité de ſubſtances tendent à s'unir, leur action réciproque dans leurs mélanges, eſt encore un moyen très-propre à manifeſter la préſence du feu dans quantité de corps. C'eſt ce dernier que les Phyſiciens emploient pour faire les expériences qu'ils appellent, aſſez improprement,

Planche XVI. *les expériences des fermentations.* Il eſt important à celui qui veut avoir des idées juſtes, & donner des théories exactes ſur les objets qu'il traite, de ne pas confondre ces opérations avec les phénomènes qui ſe préſentent ici. On ne peut donc trop exhorter les Phyſiciens à bien étudier la théorie des fermentations dans les Ouvrages des Chimiſtes, à diſtinguer particuliérement trois eſpeces de fermentations qu'on remarque dans la nature, à caractériſer, comme il convient, les phénomènes qu'ils ont confondus juſqu'à préſent, & qu'ils ont déſignés, en général, ſous le nom de *fermentations.* Ils pourront conſulter encore ſur tous ces objets, le Dictionnaire de Chimie de M. *Macquer.* Nous nous bornerons à leur indiquer les drogues dont ils doivent ſe munir pour faire toutes les expériences dont il doit être ici queſtion. Ces expériences ont pour objet de faire voir, qu'eu égard à la nature des ſubſtances qu'on emploie & qu'on mélange, il en réſulte trois phénomènes différens. 1°. Une ſimple efferveſcence; 2°. une efferveſcence accompagnée d'ébullition; 3°. une efferveſcence accompagnée d'ébullition & d'inflammation.

Comme les acides & les alkalis jouent un très-grand rôle dans ces ſortes d'expériences, nous

nous ne pouvons trop exhorter les Phyſi- Planche
ciens à étudier la nature & les propriétés de XVI.
ces ſortes de ſubſtances. On trouve, dans les Ouvrages de *Stahl*, une théorie très-ſublime ſur cet objet, mais trop difficile ſans doute pour être à la portée de tout le monde, & conteſtée d'ailleurs depuis les nouvelles découvertes faites ſur les différentes eſpeces de gas ou d'air fixe. Nous voyons donc que le Phyſicien fera mieux de s'en tenir au Dictionnaire de Chimie de M. *Macquer*; il y trouvera de quoi s'inſtruire & ſe ſatisfaire parfaitement ſur cette matiere.

HUITIEME APPAREIL.

Appareils néceſſaires pour les expériences qu'on connoît en Phyſique ſous le nom *d'expériences des fermentations*

LES appareils pour ces ſortes d'expériences conſiſtent en pluſieurs flacons bien bouchés & remplis des drogues ſuivantes.

De l'acide vitriolique.
De l'acide nitreux.
De l'acide marin.
De l'acide nitreux fumant.
Du ſirop de violettes.
De l'huile de tartre par défaillance.
De l'alkali fixe concret.
De l'eſprit volatil de ſel ammoniac.
De l'eſprit-de-vin rectifié.
De l'huile de térébenthine.

Planche XVI. De l'huile de gaïac.

Des verres & un grand baſſin de criſtal.

Deux thermomètres dans des boîtes briſées, l'un à l'eſprit-de-vin & l'autre au mercure.

USAGE des drogues énoncées ci-deſſus.

ON démontre la propriété qui caractériſe les acides & qui les diſtingue particuliérement des alkalis, par l'expérience ſuivante.

Caractere des acides. On verſe une certaine quantité de ſirop de violettes dans un verre, & on l'étend dans ſuffiſante quantité d'eau; on diſtribue cette maſſe en quatre verres.

Dans le premier, on verſe quelques gouttes d'acide vitriolique, de l'acide nitreux dans le ſecond, & de l'acide marin dans le troiſieme. Le ſirop prend alors une couleur rouge plus ou moins foncée, ſelon la qualité & la quantité d'acide qu'on emploie dans ce mélange.

Caractere des alkalis. On verſe pareillement quelques gouttes d'huile de tartre par défaillance dans le quatrieme verre, & la liqueur devient verte.

Si on verſe enſuite le réſidu de l'un des trois premiers verres dans ce dernier, il s'excite une effervescence, une ébullition un peu tumultueuſe, & la couleur reſte verte ou

devient rouge, ſuivant que l'alkali ou l'acide domine dans le mélange. Planche XVI.

On peut changer alternativement la couleur en rouge ou en verd, en verſant alternativement de l'acide ou de l'alkali pur ſur le mêlange, & en faiſant en ſorte que l'un & l'autre dominent tour-à-tour. Si on parvenoit à combiner tellement l'acide & l'alkali, qu'il n'y eût aucun excès de l'un ou de l'autre, on rappelleroit la couleur primitive du ſirop de violettes. La raiſon de ces phénomènes ſe préſente trop naturellement à l'eſprit, & ſuit trop immédiatement de l'affinité qu'on remarque entre les acides & les alkalis, pour inſiſter davantage ſur cet objet.

Effervescences.

On excite une efferveſcence très-prompte, mais peu caractériſée, à la vérité, en ſuivant le procédé que voici.

On met dans un verre une partie d'eſprit-de-vin, & deux parties ſemblables d'eau ordinaire dans un autre verre; on prend la température de l'une & de l'autre liqueur avec le thermomètre à l'eſprit-de-vin: ſi les vaiſſeaux ont ſéjourné pendant quelque tems dans l'endroit où l'on veut faire l'expérience, on voit que ces deux liqueurs ſont à la même température. On verſe alors bruſquement l'eau ſur l'eſprit-de-vin; il s'excite auſſi-tôt un mou-

Planche XVI. vement d'efferveſcence qui fait monter la liqueur du thermomètre de quelques degrés, plus ou moins, ſelon que l'eſprit-de-vin eſt plus ou moins bien déphlegmé; & le mélange devient louche.

Veut-on que cette efferveſcence ſoit plus ſenſible & plus bruſque? on met de l'eau dans un verre, de l'acide vitriolique dans un autre: on plonge le thermomètre de mercure dans l'un & dans l'autre verre, & les deux liqueurs ont la même température. On verſe bruſquement l'acide vitriolique ſur l'eau, & on plonge le thermomètre dans le mélange. On voit une quantité abondante de vapeurs qui s'élevent, & on remarque en même tems le progrès rapide avec lequel la colonne de mercure parcourt la capacité du du tube. Lorſque ce mélange ſe fait en aſſez grande doſe & que l'acide eſt bien concentré, le degré de chaleur que le mélange acquiert, ſurpaſſe quelquefois la température de l'eau bouillante.

Efferveſcence avec ébullition.

Si l'on veut que l'efferveſcence ſoit accompagnée d'ébullition, & qu'il ſe dégage beaucoup d'air, on mêle enſemble de l'alkali fixe, concret ou liquide, & l'un des trois premiers acides dont nous avons fait mention. Le thermomètre à l'eſprit-de-vin indiquera la quantité

d'efferveſcence qui ſurviendra; & on verra ſenſiblement à l'œil, l'ébullition produit par la combinaiſon qui ſe fait de l'acide & de l'alkali : phénomène curieux, & que le Phyſicien doit développer avec ſoin. Planche XVI.

Si on ſe contente d'approcher les cols de deux flacons, dont l'un contient de l'acide nitreux & l'autre de l'eſprit volatil de ſel ammoniac, on remarquera des vapeurs très-abondantes qui ſe porteront dans le premier des deux flacons. Vapeurs.

Veut-on enfin que ces phénomènes ſoient ſuivis d'une inflammation ? rien de plus facile à pratiquer. Quoique cet effet doive avoir lieu, lorſqu'on verſe de l'acide nitreux bien concentré & fumant ſur toutes ſortes d'huiles, nous préférons ici l'huile de térébenthine ; & voici le moyen le plus sûr & le plus ſimple de faire toujours cette expérience avec ſuccès.

Verſez un peu d'huile de térébenthine dans un verre, ſuppoſons deux ou trois gros ; verſez par-deſſus une goutte ou deux d'acide nitreux fumant, & laiſſez élever les vapeurs qui ſe produiront auſſi-tôt ; un moment après réitérez la même opération : les vapeurs deviendront plus abondantes & elles commenceront a blanchir. Attendez qu'elles ſoient Efferveſcence accompagnée d'ébullition & d'inflammation.

Planche XVI.

devenues très-blanches & verſez encore une goutte ou deux du même acide, l'inflammation ſuivra auſſi-tôt : elle ne peut avoir lieu que l'acide n'ait réduit l'huile dans un état charbonneux, & on eſt inſtruit de ce phénomène par le caractere des vapeurs qui s'élevent. L'habitude & l'expérience m'ont appris cette méthode, & m'ont toujours rendu le ſuccès de mon opération infaillible, ſans que je ſois obligé d'enlever l'humidité ſurabondante de l'acide, par l'intermede de quelques gouttes d'acide vitriolique, comme pluſieurs Chimiſtes le recommandent. Je ne prends point non plus les mêmes précautions que nous prenions anciennement pour verſer l'acide : je ne me ſers plus d'un verre attaché au bout d'un bâton, je me contente de faire l'opération à petites doſes, & je tiens le flacon à la main, ſans encourir aucun danger.

Il reſte dans le verre dans lequel on fait cette expérience, un réſidu charbonneux, une maſſe ſpongieuſe qu'on peut appeler le *champignon philoſophique*, beaucoup plus petit, à la vérité, que celui qu'on obtient lorſqu'on fait cette expérience, à deſſein ſeulement de vérifier ce dernier phénomène.

Champignon philoſophique.

Pour cet effet, on met dans un verre trois à quatre gros d'huile de gaïac, & on verſe

par-deſſus, lentement, mais continuement, cinq gros d'acide nitreux fumant : il s'excite alors une forte effervescence accompagnée d'une ébullition très-forte & de vapeurs extrêmement abondantes. On voit enſuite ſortir du verre une maſſe ſpongieuſe qui excéde ſes bords de trois à quatre pouces ou environ. Nous ne nous étendrons point ſur la théorie de ces ſortes de phénomènes : ceux qui ſeront curieux de s'en inſtruire particuliérement, pourront encore conſulter l'excellent Dictionnaire de Chimie de M. *Macquer*, ou à ſon défaut, le *Dictionnaire de Phyſique de M. de la Fond.* Nous terminerons cet Article important par l'expoſition d'un appareil très-ſimple, & qui démontre, d'une maniere inconteſtable, la néceſſité de l'air pour la production & l'entretien du feu. Planche XVI.

NEUVIEME APPAREIL. Planche XVII.

DANS la cage A B établie ſur un ſoc C D, leſté de plomb (Pl. XVII, fig. 1) ſe trouve renfermé un tambour A (fig. 2). Ce tambour, ſemblable à celui d'une pendule, contient un grand reſſort qu'on monte de la même maniere que celui d'une pendule. Il eſt également muni de ſon cliquet, placé derriere la platine poſtérieure (fig. 4). Ce tam- Rouage avec lequel on frappe une pierre à fuſil dans le vide. Fig. 1, 2, 3 & 4.

Planche XVII. bour porte une roue dentée B (fig. 2.) qui engrène dans les aîles d'un pignon C, enarbré sur une grande roue D, dont les dents font marcher un second pignon E, sur l'arbre duquel est fixée la batterie F G, armée à ses deux extrémités d'un arc d'acier qui frappe alternativement contre une pierre à fusil H (fig. 1.), montée entre deux lames de plomb dans une boîte I, où elle est retenue par une vis de pression K (fig. 3.). Cette boîte est attachée à une lame de cuivre L qui se meut à charniere sur une seconde O P Q, ployée à angle droit, sur laquelle elle est continuellement rappelée par un ressort *a b*, fixé dans le talon C qui tient à la premiere lame & qui passe à travers l'épaisseur de la seconde lame. On voit au haut de la cage & à sa partie antérieure, un coq M N (fig. 1.), dans le centre duquel roule l'arbre de la batterie F G, & sur l'une des extrémités duquel se meut, en décrivant un petit arc, la lame OPQ (fig. 3.) Sur un des points de la hauteur de cette lame est fixement établi un petit lévier angulaire R S, qui sert à conduire la lame, à la faire avancer ou reculer. On remarque encore au-dessus de la platine qui ferme supérieurement la cage, une fourchette T (fig. 2.), portant un talon denté au-dessous de cette platine,

Cette fourchette eſt montée ſur un arbre qui conduit la détente, & cet arbre ſe meut ſur un coq *d* attaché à la platine de derriere. Le talon de cette fourchette engrène dans les dents d'une lame d'acier *e*, qu'il conduit, & qui, traverſant vers le haut la platine antérieure, vient arrêter la batterie. Cette lame eſt conſtamment pouſſée en avant par un reſſort appuyé contre la platine poſtérieure. Planche XVII.

Cet appareil eſt recouvert d'un grand récipient ſurmonté d'une boîte V (fig. 1), remplie de cuirs gras, à travers leſquels paſſent deux tiges *g*, *h*, bien calibrées, aux extrémités deſquelles ſont adaptées, à angles droits, deux lames de cuivre : l'une s'engage dans le lévier angulaire RS, & l'autre dans la fourchette T.

Usage de cet Appareil.

Le reſſort étant monté, on établit le rouage ſur la platine de la machine pneumatique ; on recouvre le tout du récipient, & on engage les deux tiges de la boîte à cuirs dans les parties qu'elles doivent mouvoir, & que nous venons d'indiquer. Tandis que ce récipient eſt encore rempli d'air, on fait mouvoir d'avant en arriere la lame OPQ, pour reculer la pierre à fuſil du chemin de la batterie.

Planche XVII. On fait enſuite mouvoir la fourchette T dans le même ſens : on retire alors la lame d'acier qui retenoit la batterie. Le rouage court & la batterie ſe meut circulairement avec une très-grande rapidité. On pouſſe alors en avant la lame coudée O P Q, & on amene la pierre à fuſil dans le chemin de la batterie. Celle-ci la frappe vigoureuſement & en tire des étincelles très-vives & très-nombreuſes.

La lame L étant montée à charniere, elle céde au choc de la batterie, & la pierre à fuſil ne reſte point conſtamment en priſe. Sans cette précaution, la batterie ſe creuſeroit un chemin dans la pierre, ou la feroit éclater; mais à l'aide du reſſort *ab*, la pierre à fuſil céde à chaque coup, & eſt auſſi-tôt rappelée ſur la batterie.

Cette premiere épreuve étant faite, on repouſſe la fourchette T & on arrête le rouage. On fait alors le vide juſqu'à un certain point; on réitere l'expérience, & on voit les étincelles beaucoup moins vives & moins abondantes. Si on continue à faire le vide, après avoir encore arrêté le rouage, & ſi on fait ce vide, autant bien qu'il puiſſe ſe faire, avec une bonne machine pneumatique, à peine tire-t-on une étincelle ou deux, & elles ne portent alors aucun éclat avec elles.

On peut encore confirmer le même phénomène en rendant l'air ſous le récipient; ſi on réitere enſuite la même expérience, on voit les étincelles auſſi vives & auſſi abondantes qu'on aura pu les remarquer dans la premiere épreuve. Planche XVII.

ARTICLE TROISIEME.

Des Appareils néceſſaires pour les expériences de la lumiere.

LE feu mis en action d'une certaine maniere, produit des effets bien différens de ceux que nous avons développés dans l'Article précédent. Il produit une lumiere plus ou moins vive, à l'aide de laquelle nous diſtinguons les objets qui nous environnent. Mais cette modification particuliere du feu, cet éclat que la lumiere répand, eſt-il l'effet d'une émiſſion réelle de la ſubſtance propre du corps lumineux, ou n'eſt-il, comme le prétendent les Carthéſiens, que l'effet d'une matiere particuliere univerſellement répandue dans l'univers matériel, & miſe en action par les corps que nous nommons *lumineux?* C'eſt une grande queſtion, elle fut long-tems agitée en Phyſique, & les ſentimens furent auſſi long-tems partagés. Mais la plus ſaine

Planche XVII. partie des Phyſiciens convient actuellement que la lumiere qui nous éclaire eſt une véritable émanation du corps lumineux, qui ſe meut avec une rapidité extrême, & qui franchit en huit minutes ou environ, l'eſpace qui nous ſépare du ſoleil. Si cette opinion ſouffre encore quelques difficultés auxquelles on ne répond point auſſi démonſtrativement qu'il ſeroit à déſirer, elle n'eſt point expoſée, comme celles des Carthéſiens, quelque modifications qu'on lui ait fait ſubir, à des abſurdités frappantes qui en décelent la fauſſeté; d'ailleurs, en embraſſant cette derniere opinion, on eſt obligé de ſuppoſer un mouvement progreſſif dans la lumiere, pour en developper convenablement les phénomènes, comme on peut le voir dans le cinquieme volume des *Leçons de Phyſique de l'Abbé Nollet*, qui eſt, ſans contredit, celui de tous les Carthéſiens qui a le mieux défendu cette opinion.

De toutes les expériences qu'on peut faire en Phyſique, ou qu'un Amateur peut répéter pour ſa ſatisfaction, il n'en eſt point de plus difficiles & de plus épineuſes que celles qui concernent la lumiere. Cette difficulté ne tient ni à la dextérité de celui qui opere, nous la ſuppoſons telle qu'elle doit

être, ni à la conſtruction des inſtrumens, qu'on peut rendre très-exacts & très-faciles à manier; elle vient des circonſtances, du lieu & du tems. Il eſt peu d'endroits où l'on puiſſe librement diſpoſer d'une poſition favorable à ces ſortes d'expériences; & en ſuppoſant cette difficulté levée, il eſt peu de jours, ſur-tout dans notre climat, où le ſoleil ſe montre à découvert & ſans nuages, aux heures où il convient d'opérer. Nous avons donc cru rendre un bon ſervice aux Phyſiciens, en élaguant cette multitude étonnante d'expériences qu'on trouve décrites dans les Ouvrages de Phyſique; en ne leur préſentant que celles qui paroiſſent les plus importantes, pour conſtater les propriétés qu'ils ont intérêt de démontrer, pour établir la certitude des phénomènes & des loix que la lumiere ſuit dans ſes différens mouvemens, & en leur offrant les appareils les plus ſimples & les plus faciles à manier. Planche XVII.

La lumiere qui émane du ſoleil & qui arrive juſqu'à la ſurface de notre globe, eſt ſuſceptible de différens mouvemens qu'il eſt important de connoître. La conſtitution même de ce fluide eſt encore un objet qui mérite l'attention du Phyſicien. En ſuppoſant que l'eſpace qu'il parcourt dans ſon trajet Objet de cet article.

Planche XVII. ſoit abſolument vide, ou rempli d'une matiere homogène qu'il traverſe perpendiculairement, & qu'il n'éprouve aucun changement manifeſte, aucune déviation depuis le diſque du ſoleil, juſqu'à la ſurface de notre globe, ce qui n'eſt qu'une pure ſuppoſition: on doit d'abord conſidérer ſon mouvement direct, de quelle maniere la lumiere vient à nous, la vîteſſe avec laquelle elle ſe propage, ce qui arrive à ſes rayons en quantité de circonſtances; & c'eſt l'objet d'une partie de la Phyſique qu'on connoît ſous le mon d'*Optique proprement dite*; car on donne en général le nom d'*Optique* à la Science qui traite de la lumiere, de quelque maniere qu'on la conſidere. On doit obſerver enſuite les changemens qu'elle éprouve lorſquelle ſe meut & qu'elle traverſe, ſous différens angles, des milieux dont les denſités ſont différentes. Cette maniere de conſidérer les mouvemens de la lumiere, fait l'objet d'une Science qu'on appelle *Dioptrique*. On doit encore obſerver ce qui arrive à ce fluide, lorſqu'il rencontre ſur ſon paſſage des corps qu'il ne peut pénétrer, & qu'il ſe réfléchit; ce qui fait une partie non moins intéreſſante de la Phyſique, qu'on appelle *Catoptrique*. Conſidérant enfin la conſtitution propre de ce fluide, le Phy-

ſicien doit décompoſer la lumiere & faire obſerver les propriétés eſſentielles des rayons dont chaque faiſceau lumineux eſt compoſé ; ce qui le conduit à la théorie des couleurs. Nous diviſerons donc cet Article en quatre Paragraphes. Le premier traitera des inſtrument deſtinés à faire les expériences de l'Optique prporement dite. Le ſecond, de ceux qu'il peut facilement employer pour les expériences de la Dioptrique. Le troiſieme, de ceux qui appartiennent à la Catoptrique. Le quatrieme enfin, des appareils deſtinés à démontrer l'origine des couleurs, & à faire voir en quoi conſiſtent ces mêmes couleurs, conſidérées dans les objets colorés.

Planche XVII.

Diviſion de cet article.

PARAGRAPHE PREMIER.

Des Appareils propres aux expériences de l'Optique.

Nous ſuppoſons ici que la lumiere émane immédiatement du ſoleil & des autres corps lumineux : nous ne conſidérerons que celle qui vient du ſoleil, & nous ſuppoſerons qu'elle n'éprouve aucun obſtacle dans ſon mouvement. Comment ſe dirige-t-elle vers nous ? quel affoibliſſement éprouve-t-elle dans ſon trajet ? de quelles variations eſt-elle ſuſceptible par rapport à la diſpoſition des

Planche XVII.

objets qu'elle éclaire ? avec quelle viteſſe arrive-t-elle à la ſurface de notre globe ? Ce ſont autant de queſtions importantes que le Phyſicien ne peut trop développer.

On conſidere ordinairement chaque point de la ſurface du corps lumineux, ou du diſque du ſoleil, comme l'origine d'un point radieux d'où part un faiſceau de lumiere compoſé de rayons qui deviennent de plus en plus divergens, ou qui s'écartent de plus en plus les uns des autres à proportion qu'ils s'éloignent davantage de leur origine, & conſéquemment comme formant un cône de lumiere dont le ſommet eſt le point radieux, & dont la baſe eſt tournée vers l'œil du ſpectateur. Veut-on démontrer cette propoſition d'une maniere ſatisfaiſante ? les appareils ſuivans ſont très-propres à cet effet.

PREMIER APPAREIL.

Appareil univerſel pour diriger la lumiere dans l'intérieur d'une chambre. Fig. 5.

AB (Pl. XVII, fig. 5.) eſt une plaque de métal de ſept pouces en quarré, ouverte au milieu d'un trou de deux à trois pouces ; elle porte tout l'appareil & on l'établit fixement, par le moyen d'un petit ſupport & de deux tourniquets, à une ouverture convenable faite au volet d'une fenêtre. On remarque ſur la partie extérieure de cette plaque, un

un cercle de métal CD, de cinq pouces de diamètre, qui sert à retenir une seconde plaque circulaire EF, également percée à son centre d'un trou un peu plus grand que le précédent : elle se meut sur la premiere. Dans l'épaisseur de celle-ci, & sur le trou que nous avons indiqué, on monte à vis un tube de cuivre GH, de sept pouces de longueur, & dont le diamètre est un peu plus petit que celui de la plaque. On a soin de souder une embase au haut de ce tuyau, pour y ménager deux vis, l'une extérieure, qui sert à joindre le tuyau à la planche AB, & l'autre intérieure, pour recevoir un anneau de cuivre qui retient en situation, au haut du tuyau, différens verres dont nous aurons occasion de parler. On voit ce tuyau en AB (fig. 7). Planche XVII. Fig. 7.

La plaque circulaire EF est dentée sur une moitié de sa circonférence, & cette denture engrène dans les ailes d'un pignon (fig. 6.); il est garni d'un petit canon de cuivre & d'un bouton goudronné, pour qu'on puisse le faire mouvoir aisément. La révolution de ce bouton, & conséquemment du pignon, entraîne celle de la plaque EF, qui se meut alors circulairement sur la plaque AB. On conçoit aisément que la planche AB est ouverte en forme de demi-cercle pour laisser Fig. 6.

Planche XVII. passer le canon de cuivre qui fait mouvoir le pignon.

Sur la plaque EF se meut à charniere un
Fig. 5. miroir de métal ST (fig. 5.) Ce miroir, ou mieux le cadre de cuivre qui le contient, est
Fig. 8. attaché à une lame de cuivre AB (fig. 8.) par deux vis *a*, *b*. Cette lame porte une queue à laquelle tient fixement un demi-cercle D denté sur sa circonférence, & qui engrène avec les pas d'une vis, dont l'arbre, revêtu d'un canon de cuivre, traverse l'épaisseur de la plaque EF, & se termine par un bouton goudronné F, qu'on fait mouvoir circulairement: le mouvement de cette vis change l'inclinaison du miroir, le redresse ou l'abaisse.

On insere dans le tube GH, différentes pieces qui tiennent à frottement & qui glissent librement dans sa longueur. Ces pieces font varier l'usage de cet appareil: nous en parlerons, lorsque l'occasion s'en présentera. Nous ne parlerons pour le moment, que du
Fig. 9. tube AB (fig. 9.) entiérement ouvert à son extrémité B. On l'insere par ce côté dans le tube GH: son extrémité A est fermée par une plaque de cuivre ouverte à son centre d'un trou de six lignes de diamètre. Sur la circonférence & à un quart de ligne de ce trou, on voit une petite virole de deux lignes

de hauteur qui porte intérieurement une vis. On place ſucceſſivement dans cette virole, différentes lames de métal qui font l'office de diaphragmes percés de trous de différentes grandeurs. Ces lames ſont arrêtées & tenues en ſituation par une virole évaſée & ayant extérieurement la forme d'un entonnoir. Planche XVII.

USAGE de cet Appareil.

L'inſtrument placé au volet de la fenêtre, on dirige le miroir de façon que ſon plan ſe préſente au ſoleil & reçoive ſes rayons. On fait mouvoir pour cela de droite ou de gauche, le pignon qui mene la plaque EF. Lorſque le ſoleil tombe directement ſur le miroir, ce qu'on apperçoit facilement en regardant par le tube GH, on fait mouvoir circulairement la vis qui engrène avec la queue du miroir, & on l'incline de façon que la lumiere ſe réfléchiſſe directement dans ce tube, & ſe porte dans l'intérieur de la chambre. Un peu d'habitude & d'attention ſuffiſent pour manier aiſément cet inſtrument & en tirer tout le parti qu'on en peut attendre.

Pour l'expérience que nous nous propoſons de faire ici, on place à l'origine du tube GH, un verre lenticulaire de dix pouces de foyer, c'eſt-à-dire dont les rayons ſe réuniſſent à

Planche XVII. Fig. 9. dix pouces de diſtance de la ſurface de ce verre. On fait entrer dans le tube celui qui eſt décrit (fig. 9.) il doit être alors garni d'un diaphragme de deux lignes d'ouverture, & diſpoſé de façon que ce diaphragme ſe trouve exactement au foyer du verre, & on ſe ſert de l'appareil ſuivant.

SECOND APPAREIL.

Eſpece de banc qui porte pluſieurs pieces néceſſaires aux expériences. Fig. 10. A B (Pl. XVII, fig. 10.) eſt une eſpece de banc dont la tablette a ſix pieds de longueur, ſur ſix pouces de largeur : elle porte ſur le milieu de ſa longueur une rainure à jour *a b*, dans laquelle on fait gliſſer différentes pieces que nous indiquerons à proportion que l'occaſion s'en preſentera. L'un des côtés de cette rainure eſt diviſé en parties égales, ſuppoſons en pouces. Les extrémités de cette tablette ſont aſſemblées dans deux traverſes à queue, qui montent & qui deſcendent dans les deux montans C & D. Ceux-ci ſervent de pieds à ce banc, & on l'arrête à la hauteur convenable par deux vis de preſſion *c*, *d*. Pour rendre cet appareil plus ſolide, on y ajoute dans le bas une traverſe R S qui retient les deux jambes & qui les empêche de s'écarter. Le tout peut ſe démonter facilement : la traverſe entre dans deux entailles, & elle n'eſt rete-

nue ſur les jambes que par deux vis de preſſion. Planche XVII.

Pour faire l'expérience dont il eſt ici queſtion, on monte ſur l'extrémité antérieure du banc, un plan de métal noirci E, dont la queue gliſſe dans la rainure *a b*, & eſt retenue en ſituation par un écrou F. Ce plan porte quatorze pouces de hauteur & douze de largeur: il eſt percé au milieu d'un trou Q de ſix lignes de diamètre. Plan de métal percé d'un ſeul trou.

On monte encore ſur la même tablette & de la même maniere, un chaſſis de bois G H, de quatorze pouces en quarré, garni d'une toile blanche, très-fine, ou mieux d'une gaze d'Italie. Chaſſis qui reçoit les impreſſions de la lumiere.

USAGE de cet Appareil.

L'INSTRUMENT que nous avons décrit ci-deſſus, étant diſpoſé comme il convient, & les rayons du ſoleil étant dirigés dans l'intérieur de la chambre, on peut regarder l'ouverture du diaphragme que porte le tube A B (fig. 9.) comme un point radieux. On voit alors ces rayons s'étendre dans la chambre. Le banc A B (fig. 10) étant placé à une certaine diſtance de ce point, & de maniere que ce faiſceau de lumiere tombe ſur le plan E F, une partie de ces rayons paſſe par le Fig. 9. Fig. 10.

Planche XVII. trou Q & ils viennent peindre, ſur le chaſſis GH, un petit cercle lumineux. Si on recule ce chaſſis, on voit les dimenſions du cercle augmenter de plus en plus; ce qui prouve que ce cercle lumineux eſt la baſe d'un cône de lumiere dont le ſommet eſt le point radieux.

Veut-on démontrer qu'il n'y a aucun point pris ſur la portion éclairée du plan E F, qui ne reçoive pareillement un petit faiſceau de lumiere, qu'on doit également regarder comme un cône de lumiere? l'appareil ſuivant ſuffit.

TROISIEME APPAREIL.

Plan de métal percé de pluſieurs trous. Fig. 11. AB (Pl. XVII, fig. 11) eſt un plan de métal ſemblable au précédent E F, mais percé de pluſieurs trous de trois à quatre lignes de diamètre.

USAGE de cet Appareil.

ON ſubſtitue ce ſecond plan au premier, & aulieu d'un ſeul cercle lumineux, on en apperçoit autant ſur le chaſſis G H, qu'il y a de trous ſur la ſurface du plan A B. On voit également ces cercles s'agrandir, à proportion qu'on recule le chaſſis G H, & leurs centres s'éloignant à proportion les uns des au-

tres, ces cercles ne ſe confondent point entre eux. Planche XVII.

Si on conſidere la vivacité des cercles lumineux à différentes diſtances des plans E F ou A B, on s'appercevra facilement qu'elle devient d'autant plus foible, qu'on éloigne d'avantage le chaſſis G H, & que les cercles ſont plus grands.

Veut-on donc déterminer la proportion ſelon laquelle la lumiere diminue à meſure qu'elle s'éloigne du point radieux ? on laiſſe les choſes dans le même état que précédemment; on remet le plan E F à la place du plan A B, dont on vient de faire uſage dans l'expérience précédente, & on diſpoſe le banc de maniere que le chaſſis G H ſoit à une diſtance connue du point radieux, ſuppoſons à un pied. On meſure à cette premiere diſtance le diamètre du cercle lumineux; on repouſſe enſuite ce chaſſis à une diſtance double, à une diſtance triple, à une quadruple, &c. & on meſure à chaque fois, les diamètres du même cercle. On obſerve alors que ces diamètres croiſſent directement comme les diſtances. Or, comme les ſurfaces des cercles ſont entre elles comme les quarrés de leurs diamètres, on conclut que les ſurfaces éclairées par un même cône de lumiere, croiſſent directement

Planche XVII. comme le quarré de la distance au point radieux augmente, & conséquemment que la dégradation ou l'affoiblissement de la lumiere occasionée par la divergence des rayons, suit la raison directe du quarré des distances au point lumineux. On trouvera dans *Muschenbroek* une suite d'observations très-bien faites à cet égard; mais on doit consulter particuliérement, à ce sujet, un excellent Ouvrage de M. *Bouguer*, intitulé, *Essai d'Optique sur la gradation de la lumiere.*

On démontre encore aisément comment les rayons lumineux qui partent de tous les points d'un objet éclairé, viennent peindre dans notre œil l'image de cet objet, & quelle situation les traits de cette image doivent affecter sur la rétine, qu'on regarde, à juste titre, comme l'organe immédiat de la vue.

Quatrieme Appareil.

Appareil fait pour démontrer de quelle maniere les objets se peignent dans l'œil. Fig. 12 & 10.

Le plan de métal A B (Pl. XVII, fig. 12.) semblable aux précédens, se monte sur le banc A B (fig. 10.) à la place des deux dont nous avons déjà fait usage. Il est percé vers son milieu de deux trous *a*, *b*, d'un pouce ou environ de diamètre. Sur ces deux trous sont adaptées deux viroles de quatorze lignes

de diamètre & de ſix lignes de hauteur ; elles forment conſéquemment, l'une & l'autre, une portée ſur le plan. On établit ſur chaque portée, un verre coloré, l'un en rouge par exemple, & l'autre en bleu. Ces verres ſont retenus par des petits anneaux de fil de métal, qui font reſſort. Sur chacune des viroles, on monte à frottement un tube de métal dont l'extrémité excédente eſt garnie en dedans d'un diaphragme de métal percé d'un trou de ſix à ſept lignes de diamètre ; chaque diaphragme forme donc une portée ſur laquelle on poſe & on arrête, par un anneau à reſſort une lentille ou une loupe de dix-huit lignes de foyer. La longueur du tube doit être telle que les verres colorés ſoient placés exactement au foyer des loupes qui leur répondent. Le plan doit être établi ſur le banc de maniere que les loupes ſoient du côté de la fenêtre d'où l'on tire le ſoleil. On peut fermer ces tubes avec des bouchons, pour garantir les verres de la pouſſiere. Planche XVII.

Usage de cet Appareil.

On dirige un rayon de ſoleil dans l'intérieur de la chambre, & on ſe ſert pour cela de l'appareil décrit (fig. 5.) Pour donner à ce rayon aſſez de groſſeur, afin qu'il puiſſe Fig. 5.

Planche XVII. illuminer les deux loupes dont nous venons de parler, on place au haut du tube G H, un verre lenticulaire de trois à quatre pieds de foyer. On diſpoſe le banc A B (fig. 10.) de façon que le plan dont on fait alors uſage ſoit éloigné de cinq à ſix pieds de cette lentille. On place derriere ce plan le chaſſis G H, à la diſtance de ſept à huit pouces, & on remarque ſur ce chaſſis deux petits cercles colorés, l'un en rouge & l'autre en bleu, placés chacun dans la même ſituation que les deux verres colorés, par leſquels la lumiere ſe tamiſe. On recule alors le chaſſis; les cercles colorés s'agrandiſſent & ſe croiſent lorſqu'ils ſont ſuffiſamment agrandis. On l'éloigne ſeulement juſqu'à ce que ces deux cercles ſe croiſent à moitié, c'eſt-à-dire, que chaque circonférence tombe ſur le centre correſpondant de chaque cercle : il en reſulte une couleur mitoyenne & purpurine qui ſe fait obſerver dans toute l'étendue de l'eſpace où les rayons colorés ſe croiſent. On place alors, dans l'eſpace intermédiaire & à une diſtance convenable, qu'on ne trouve qu'en tâtonnant, mais qui eſt très-facile à trouver, on poſe, dis-je, le plan E F, ou plus ſimplement, on le tient à la main & on fait en ſorte que les rayons colorés

Fig. 10.

paſſent par ſon ouverture. Si la diſtance à laquelle on tient le plan E F eſt celle qui convient, on remarque alors ſur le chaſſis, deux petits cercles, l'un rouge & l'autre bleu, mais dans une ſituation oppoſée à celle des verres colorés ; c'eſt-à-dire, que ſi le verre rouge eſt à droite, ſon image ſe peint alors à gauche & alternativement. Planche XVII.

L'ouverture du plan E F repréſente, on ne peut mieux, la pupille de l'œil par laquelle les rayons viſuels viennent ſe peindre ſur la rétine. La toile du chaſſis G H fait ici l'office de cette membrane de l'œil, & on peut aiſément, d'après cette expérience, rendre raiſon de la maniere ſelon laquelle les rayons ſe croiſent dans l'œil & viennent peindre ſur la rétine les images des objets extérieurs.

Mais comment arrive-t-il que ces images peintes dans une ſituation renverſée ſur la rétine, ſe voient néanmoins dans leur ſituation naturelle? C'eſt une queſtion de Phyſiologie très-curieuſe à réſoudre, & ſur laquelle les Phyſiciens ont eu différentes opinions qu'on trouvera très-bien expoſées dans les Commentaires de *Sénac* ſur l'Anatomie de *Heiſter*, mais qu'on trouvera réſolue d'une maniere plus ingénieuſe encore, dans un petit Ouvrage de M. *Duval*, qui

Planche XVII.

mérite d'être connu : il eſt intitulé, *Eſſai ſur différens ſujets de Philoſophie.*

Explication d'un phénomène relatif à la viſion.

Cet ingénieux Phyſicien, qui a profeſſé pendant long-tems, & avec la plus grande diſtinction, la Philoſophie au Collége d'Harcourt, dont il eſt actuellement Proviſeur, penſe, & avec raiſon, que ce phénomène ne mérite point toutes les diſcuſſions auxquelles il a donné lieu. Que rien n'eſt plus naturel & plus facile à expliquer. Non-ſeulement, dit-il, l'image de l'objet qu'on veut voir ſe peint dans une ſituation renverſée ſur la rétine, mais tous les objets environnans ſouffrent le même renverſement. Il conſerve donc, par rapport à eux, ſa ſituation véritable, & nous le voyons dans la poſition qu'il doit avoir, & qu'il a réellement par rapport à eux. Quand je regarde, par exemple, un arbre planté dans la campagne, la cime vient ſe peindre à la vérité ſur la partie inférieure de ma rétine; mais le ciel, qui lui correſpond, ſe peint encore plus bas. Le pied de cet arbre ſe peint ſur la partie ſupérieure de ma rétine; mais la terre, à laquelle il tient, s'y peint également. De-là je vois le pied de cet arbre implanté en terre, & le ciel qui le domine. Je le vois donc dans ſa poſition naturelle, quoique ſon image ſoit renverſée,

& il ne me reſte plus de difficulté ſur la maniere ſelon laquelle je le vois. Planche XVII.

Il conviendroit ici, pour mieux éclaircir cette queſtion & la mettre dans tout ſon jour, que le Phyſicien connût & développât la ſtructure de l'œil ; mais il ne peut traiter parfaitement de la viſion, qu'il ne développe auparavant les loix de la lumiere, que nous allons expoſer dans le Paragraphe ſuivant.

Quant à la vîteſſe avec laquelle la lumiere ſe porte du corps lumineux aux objets qu'elle éclaire, toute importante que ſoit cette queſtion, elle n'eſt guere du reſſort de cet Ouvrage ; elle ne peut ſe réſoudre que par des obſervations aſtronomiques, & nous ne croyons pouvoir mieux faire qu'en renvoyant le Lecteur aux Ouvrages des Phyſiciens, dans leſquels cette queſtion nous a paru la mieux développée. Il peut donc conſulter à ce ſujet le ſecond volume de la Phyſique de *Muſchenbroek*, l'Aſtronomie de M. *de la Lande*, &c. il trouvera dans ces deux excellens Ouvrages, de quoi ſatisfaire complétement ſa curioſité. Il y apprendra qu'à moins de 5 ſecondes de différence près, il faut 8 minutes 8 ſecondes pour que la lumiere du ſoleil arrive à la ſurface de notre globe, dans les moyennes diſtances de cet aſtre, & conſéquemment que

Planche XVII. la vîteſſe avec laquelle la lumiere ſe meut eſt 10313 fois plus grande que la vîteſſe moyenne de la terre.

PARAGRAPHE SECOND.

Des Appareils propres aux expériences de la Dioptrique.

LORSQU'UN faiſceau de lumiere rencontre dans ſon trajet des milieux de différentes denſités, à travers leſquels il peut continuer à ſe mouvoir, il y éprouve des modifications particuliéres que le Phyſicien doit connoître & développer.

On démontre, 1°. que s'il paſſe d'un milieu dans un autre dont la force attractive ſoit plus grande, il accélérera ſon mouvement en traverſant ce ſecond milieu. 2°. Que s'il tombe perpendiculairement ſur ce ſecond milieu, il n'éprouvera aucune déviation dans ſon mouvement; il continuera à ſe mouvoir ſelon la même direction, mais avec une vîteſſe accélérée. 3°. Que s'il traverſe obliquement ce même milieu, il accélérera encore ſa vîteſſe, mais il éprouvera en même tems une déviation qui lui fera changer de direction, & qui le rapprochera de la perpendiculaire. 4°. Qu'il s'écartera au contraire de

la perpendiculaire, s'il paſſe obliquement d'un milieu plus attirant dans un autre dont la force attractive ſoit moindre. Ces changemens de direction, de quelque maniere qu'ils arrivent, ſont connus ſous le nom de *réfractions*. Planche XVII.

5°. Que ces deux derniers effets ne peuvent avoir lieu ſans que le faiſceau de lumiere ou le rayon ne commence à décrire une ligne courbe; puiſque la force attractive d'un corps quelconque ſe fait ſentir plus particuliérement à la ſurface de ce corps, & qu'elle diminue à proportion qu'elle s'éloigne de cette ſurface. 6°. Que les rayons de la lumiere qui ſe portent obliquement vers un milieu plus réfringent, ſe réfractent avant même de toucher à la ſurface de ce milieu, & c'eſt ſur ce principe qu'eſt fondée la théorie de la diffraction des rayons lumineux. 7°. Que dans toute déviation qui arrive à la direction d'un rayon, l'angle de réfraction dépend de trois conditions; de la nature du corps réfringent, de la conſtitution du rayon incident, du degré d'inclinaiſon de ce rayon. Toutes ces queſtions ſont importantes. On les trouvera traitées d'une maniere curieuſe & ſatisfaiſante dans l'Optique de *Newton*, & dans le Cours de Phyſique de *Muſchenbroek*. Nous en avons donné une idée ſuffiſante dans

Pſanche XVII. le quatrieme volume de nos Elémens. Nous nous bornerons donc à indiquer ſeulement les appareils dont on peut faire commodément uſage pour faire obſerver le changement qui arrive à la direction des rayons lumineux, lorſqu'ils traverſent obliquement des milieux de différentes denſités.

Il ſeroit difficile d'imaginer combien les Phyſiciens qui ſe ſont occupés de cet objet ont multiplié les appareils pour faire & pour varier ces ſortes d'expériences. On ne peut trop, j'en conviens, admirer leur adreſſe & louer le zele avec lequel ils ſe ſont livrés à des recherches auſſi curieuſes; mais preſque toujours contrarié par les circonſtances du tems, celui qui ſe propoſe d'enſeigner, ou même l'Amateur, qui ne veut que s'occuper agréablement d'un objet ſi bien fait pour ſatisfaire ſa curioſité, peut ſe borner à répéter les expériences fondamentales qui conduiſent aux applications les plus importantes pour les beſoins ordinaires de la vie. Ceux cependant qui deſireront connoître plus particuliérement toutes les machines qu'on peut employer favorablement, & toutes les expériences qu'on peut faire en ce genre, pourront conſulter les Elémens de Phyſique du célebre *s'Graveſande*; ils ſeront encore très-

ſatisfaits

ſatisfaits des Appareils qui ſont décrits dans le cinquieme volume des Leçons de Phyſique de l'Abbé *Nollet*. Nous nous en tiendrons ici à une ſeule expérience, très-propre à démontrer le phénomène de la réfraction. Planche XVIII.

PREMIER APPAREIL.

L'APPAREIL univerſel décrit (Pl. XVII, fig. 5.) étant adapté au volet d'une fenêtre, on place à quelque diſtance le banc indiqué (fig. 10.) & on établit deſſus le plan BC (Pl. XVIII, fig. 1.). Ce plan, de même matiere & des mêmes dimenſions que les précédens, eſt ouvert vers ſon milieu d'un trou de deux pouces de diamètre, & à l'aide d'une virole qui embraſſe ce trou, il porte un verre lenticulaire de deux pouces & demi de diamètre, & d'un pied ou environ de foyer. On place à quelques pieds de diſtance de ce plan, le chaſſis GF. Appareil propre à démontrer la réfraction des rayons ſolaires. Fig. 1.

USAGE de cet Appareil.

ON diſpoſe d'abord l'inſtrument qui conduit la lumiere dans la chambre, de maniere que le faiſceau qui en ſort affecte une direction parallèle à l'horizon. On éleve, ou on abaiſſe la tablette du banc, de façon que ce faiſceau lumineux tombe perpendiculai-

Planche XVIII.

rement ſur la lentille établie dans le plan B C. Cela fait, on ſupprime cette tablette, & on voit que les rayons, raſſemblés ſous une forme cylindrique, viennent peindre ſur le chaſſis F G, un cercle lumineux de même diamètre, à peu de choſe près, que le cylindre.

On peut même, ſi on veut corriger la divergence naturelle de ces rayons & les rendre tout-à-fait parallèles entre eux, mettre au bout du tube E H & du côté du miroir qui réfléchit la lumiere, un verre lenticulaire d'un très-long foyer; mais nous regardons cette précaution comme aſſez inutile pour cette expérience.

On place donc alors, & on arrête ſur le banc le plan B C; les rayons qui tombent ſur la ſurface de ſa lentille la traverſent : celui du milieu *fe* tombant perpendiculairement ſur le centre de cette lentille, la traverſe perpendiculairement, & n'éprouve aucune réfraction : il va donc ſe peindre directement en *d*, ſur le chaſſis F G. Il n'en eſt pas de même des autres rayons qui l'accompagnent. Ceux-ci tombant ſur différens points de la courbure de cette lentille, la traverſent obliquement, & éprouvent, dans ce trajet, une réfraction qui les rapproche de la perpendi-

culaire. Ils ſe plient donc les uns & les autres vers le rayon du milieu *c d*, & ils viennent ſe raſſembler en un point *e*, où ils forment le ſommet d'un cône lumineux, dont la baſe ſe remarque ſur la ſurface de la lentille. Arrivés à ce point, ils s'y croiſent & ils ſe développent pour former en ſens contraire le cône *g e h*, oppoſé au premier par le ſommet, & dont la baſe va ſe peindre ſous la forme d'un cercle lumineux ſur le chaſſis F G. Planche XVIII.

On voit donc manifeſtement ici, que lorſqu'un faiſceau de lumiere paſſe obliquement d'un milieu dans un autre qui eſt plus réfringent, les rayons ſe réfractent & s'approchent de la perpendiculaire. Le contraire arriveroit néceſſairement s'il paſſoit d'un milieu plus réfringent dans un autre qui le ſeroit moins.

Il ſuit de-là, que les rayons de lumiere qui paſſent à travers une loupe ou une lentille, ſe raſſemblent au-delà de cette loupe, deviennent convergens & coïncident en un point, ou mieux, ſe réuniſſent en un très-petit eſpace, dont le Phyſicien doit obſerver avec attention les dimenſions, s'il veut juger de leur activité & des effets qu'ils peuvent produire par leur réunion. Il trouvera dans la Phyſique de *Muſchenbroe*, dans celle de *s'Graveſande*, une méthode de déterminer

Planche XVIII. préciſément le foyer des rayons coïncidens ; & ceux qui deſireroient une méthode plus générale, mais algébrique, la trouveront dans le Traité du calcul des fluxions de *Crais*.

Quoi qu'il en ſoit cependant du foyer d'une lentille, ou mieux, de l'aberration des rayons qui augmente les dimenſions du point de concours, & qui alonge le foyer véritable de cette lentille, l'activité des rayons coïncidens ſuffit toujours pour allumer en cet endroit des ſubſtances combuſtibles qu'on y expoſeroit.

Si une loupe d'un très-petit diamètre & d'un foyer aſſez long produit des effets auſſi ſenſibles, que doit-on attendre d'une loupe d'un bien plus grand diamètre, qui conſéquemment raſſembleroit une quantité beaucoup plus grande de rayons, ſur-tout ſi ſon foyer étoit aſſez court pour augmenter plus fortement encore la denſité des rayons coïncidens ? De tout tems les Phyſiciens ont employé des loupes de cette eſpece, non-ſeulement pour embraſer des matieres combuſtibles, mais encore pour mettre en liquéfaction les métaux, & pour décompoſer quantité de ſubſtances qui reſiſtent aſſez communément au feu d'un fourneau de Chimie. Sils ont fait anciennement des expériences

très-curieuſes en ce genre, & dont ils nous ont conſervé ſoigneuſement les réſultats, que ne doit-on pas attendre aujourd'hui de cette fameuſe loupe de trois pieds de diamètre, faite par les ordres & aux frais d'un Savant * univerſellement regretté de tous ceux qui le connoiſſoient, à qui rien ne coûtoit pour le progrès des Sciences qu'il chériſſoit, & auxquelles il ſacrifioit tous les inſtans qu'il pouvoit dérober à un miniſtere pénible & aſſidu ? La hardieſſe de cette entrepriſe, le ſuccès avec lequel elle a été conduite, la dextérité de l'Artiſte qui s'eſt chargé de monter cette immenſe machine, la maniere dont il a ſu rendre ſes mouvemens sûrs & faciles ; tout eſt digne de l'admiration des Amateurs & de la reconnoiſſance des Phyſiciens qui pourront en diſpoſer, pour pouſſer, autant loin qu'il eſt poſſible, les recherches qui reſtent encore à faire ſur la compoſition & la décompoſition de quantité de ſubſtances qu'on n'avoit encore analyſées que très-incomplettement. Planche XVIII.

* M. Trudaine.

Outre la propriété de raſſembler les rayons de la lumiere, & de brûler à leur foyer les corps qu'on y expoſe, les verres lenticulaires ont encore cet avantage qu'ils groſſiſſent plus ou moins ſenſiblement les dimenſions

Planche XVIII. des objets qu'on regarde à travers ces verres; & c'eſt une nouvelle conſidération qui mérite encore toute l'attention du Phyſicien. Pour bien developper cette derniere théorie, on doit obſerver d'abord qu'un objet vu à travers un verre lenticulaire, ſe voit à une diſtance plus éloignée que celle à laquelle il eſt réellement placé au-delà de la lentille; ce qui vient de la convergence que cette lentille fait prendre aux rayons qui la traverſent, & du point de concours auquel l'œil les rapporte néceſſairement au-delà de cette lentille. On doit obſerver enſuite, & qu'à raiſon de la convergence que ces rayons acquierent, & qu'à raiſon de la diſtance à laquelle ils paroiſſent concourir au-delà de la lentille, l'œil voit néceſſairement l'objet ſous un plus grand angle; ce qui augmente proportionnellement ſes dimenſions. Ces deux principes établis, on peut rendre aiſément raiſon des effets des verres lenticulaires, relativement à la viſion.

Mais pour rendre plus complettement raiſon de tous ces phénomènes, on ne doit point ignorer un effet contraire produit par des verres dont la courbure eſt oppoſée à celle des verres lenticulaires dont il a été queſtion juſqu'à préſent. On doit connoître la réfrac-

tion particuliere qu'éprouvent des rayons de lumiere qui traverſent un verre ſphérique, concave ſur ces deux faces. On doit démontrer qu'un objet vu à travers un verre de cette eſpece, eſt vu à une diſtance moins éloignée au-delà de cette eſpece de lentille, que celle à laquelle il eſt réellement placé, & qu'il eſt vu ſous des dimenſions plus petites que celles qui lui appartiennent. La diſtance à laquelle l'œil eſtime la poſition de l'objet au-delà du verre concave, eſt ce qu'on appelle le *foyer imaginaire.* Ce foyer, ainſi que la diminution de l'angle ſous lequel l'œil apperçoit l'objet à travers un verre concave des deux côtés, dépendent de la divergence que la réfraction occaſionne dans les rayons à leur entrée & à leur ſortie dece verre. Planche XVIII.

On explique facilement enſuite, d'après ces principes, comment l'œil des vieillards dont le criſtallin eſt applati, ou celui des *preſbytes*, trouve dans l'uſage d'un verre convexe, la faculté de voir diſtinctement des objets qu'il ne peut voir que confuſément ſans ce ſecours. On explique pareillement comment les *Myopes*, ou ceux dont le globe de l'œil eſt trop arrondi, ou dont les humeurs ont trop de convexité, ſe ſervent avantageuſement d'un verre concave.

Planche XVIII. Dans les premiers, les rayons de lumiere devenant trop peu convergens, l'image de l'objet ſe peint confuſément ſur la rétine qui ſe trouve trop proche du criſtallin. Dans les autres, les mêmes rayons ſont trop convergens & ſe raſſemblent avant d'être parvenus juſqu'à la rétine.

Les Phyſiciens ont imaginé un appareil propre à faire voir ces défauts dans la vue, & comment les verres convexes ou concaves y rémédient.

SECOND APPAREIL.

L'œil artificiel. Fig. 2. LA boule A (Pl. XVIII, fig. 2.) eſt creuſe & eſt percée d'un trou de quinze à ſeize lignes aux deux extrémités du même diamètre. On adapte, d'une part, un verre convexe B, de quatre à cinq pouces de foyer. Ce verre eſt monté dans une eſpece de lunette qui tient à l'ouverture de la boule. A l'autre ouverture C eſt joint un tube D E, de ſix pouces de longueur, dans lequel gliſſe un ſecond tube F G de même longueur. A l'extrémité F de celui-ci, eſt ſolidement fixé un verre plan dépoli ſur l'une de ſes ſurfaces, ſur celle qui eſt tournée du côté de la boule A; ſon autre extrémité G eſt garnie d'une piece de bois qui porte un diaphragme de

trois à quatre lignes d'ouverture, & qui eſt creuſée en forme d'entonnoir. Planche XVIII.

Sur le haut de la boule, à ſa partie antérieure, on voit une piece de cuivre ſur l'extrémité de laquelle ſe meut circulairement une double châſſe *c d*, qui porte d'un côté un verre convexe *c* & de l'autre un verre concave *d*.

USAGE de cet Appareil.

LE verre convexe placé en B à l'ouverture de la boule, fait l'office des humeurs de l'œil & du criſtallin; le verre dépoli, qui eſt placé à l'extrémité F du tuyau mobile F G, repréſente la rétine. Cela poſé, ſi on tient à la main cet appareil, & que l'œil étant placé en G, on tourne le verre B ſur quelque objet qui ſoit bien éclairé, & qu'on diſpoſe le verre dépoli de façon qu'il ſoit au foyer du premier, on verra cet objet très-diſtinctement repréſenté ſur le verre dépoli; & c'eſt de cette maniere que s'exécute la viſion dans un œil bien conformé.

Retirez un peu en arriere le tube F G, l'objet ne paroîtra plus que confuſément, parce que les rayons ſe réuniront avant d'arriver à la ſurface du verre dépoli, & c'eſt le cas d'un œil myope. Faites tourner alors la double

Planche XVIII. châſſe de façon que le verre concave *d* ſe préſente devant le verre convexe B, l'objet reparoîtra auſſi diſtinctement que dans la premiere expérience ; parce que l'effet du verre concave étant de rendre les rayons un peu plus divergens, ou mieux de corriger ici leur excès de convergence, l'image de l'objet ſe porte un peu plus loin & arrive diſtinctement ſur le verre dépoli, en ſuppoſant, toutefois qu'on a reculé le tuyau E G autant qu'il eſt néceſſaire, relativement à la concacavité du verre *d*.

Cette ſeconde expérience étant faite, on rétablit les choſes dans leur premier état, & on voit encore l'objet diſtinctement peint ſur le verre qui fait l'office de rétine. On avance alors le tube F G ; le foyer de la lentille B étant au-delà du verre dépoli, l'objet devient encore confus, & c'eſt le cas d'un *presbyte*, ou d'un vieillard dont le criſtallin eſt applati. On tourne donc la châſſe *c d* de maniere que le verre convexe *c* ſe préſente devant la lentille B : les rayons de lumiere ſubiſſant alors une plus forte réfraction, deviennent plus convergens & ſe peignent diſtinctement ſur le verre dépoli, en ſuppoſant auſſi qu'on l'ait ſuffiſamment approché. On a ſoin pour la facilité de cette expérience,

de tracer trois lignes ſur le tube F G qui indiquent les trois diſtances auxquelles il convient de le placer pour ces trois expériences. Planche XVIII.

Les effets des verres convexes & concaves donnerent enfin naiſſance aux lunettes qu'on connoît vulgairement ſous le nom de *lunettes d'approche*, qu'on nomma d'abord & plus proprement *téleſcopes*.

Le premier téleſcope, connu ſous le nom de *téleſcope hollandois*, ne fut compoſé que de deux verres, l'un convexe & l'autre concave, & il avoit la propriété de faire voir les objets éloignés dans leur ſituation naturelle. On peut très-bien repréſenter l'effet de cet inſtrument avec l'appareil ſuivant.

TROISIEME APPAREIL.

Appareil fait pour repréſenter l'effet du téleſcope hollandois. Fig. 1.

On adapte au bout du tube E H (Pl. XVIII, fig. 1.) du côté du miroir qui eſt hors la chambre, un verre convexe de trois pieds de foyer. Ce verre ſe nomme l'*objectif*, parce qu'il eſt tourné dans le téleſcope du côté de l'objet. On diſpoſe au-delà la fenêtre & en dehors, un objet bien terminé & bien éclairé, de façon que les rayons qui en partent viennent paſſer par le verre objectif. On prend communément, pour cet effet, deux petits morceaux de bois diſpoſés en forme de croix,

Planche XVIII. afin de pouvoir bien distiguer le haut & le bas de l'objet. On se sert encore ici du même banc dont nous avons déjà fait usage pour les expériences précédentes, & du chassis F G. Il faut, outre cela, se procurer un plan Fgi. 3. B C (fig. 3.) au centre duquel est établi un verre concave des deux côtés.

Usage de cet Appareil.

Le miroir de métal qui tient à l'appareil dont on fait ici usage, devenant inutile pour cette expérience, on le dispose de maniere qu'il fasse un angle droit avec la planche de cuivre à laquelle il est attaché. Si l'objet qu'on se propose de voir est bien placé & bien éclairé, les rayons lumineux qu'il renvoie sur le verre objectif, viennent peindre au foyer de ce verre, l'image de cet objet. On dispose donc le banc de maniere que le chassis F G se trouve placé à ce foyer, & on voit cette image peinte sur la toile, mais dans une situation renversée.

On attache alors sur le banc le plan B C (fig. 3.) qui porte le verre concave, & on dispose ce verre, qu'on nomme *l'oculaire*, par rapport à sa situation, de façon qu'il soit placé du côté du verre objectif, à une distance de son foyer, égale à celle du foyer

imaginaire de ce verre concave ; l'objet paroît alors ſur la toile dans ſa ſituation naturelle, & on le voit de la même maniere qu'on le verroit ſi on le regardoit à l'œil nud. Planche XVIII.

On remarqua d'abord deux défauts dans ce téleſcope, 1°. Qu'il avoit néceſſairement très-peu de champ, c'eſt-à-dire que l'œil ne pouvoit embraſſer, par ſon ſecours, que des objets d'une très-petite étendue. 2°. Que ne pouvant lui donner qu'une longueur très-médiocre, il ne pouvoit que modérément groſſir les objets, & conſéquement ne pouvoit faire diſtinguer ceux qui étoient placés à des diſtances très-éloignées.

Képler remédia à ces inconveniens d'une maniere très-ſimple & très-induſtrieuſe. Entre les mains de ce grand homme, le téleſcope hollandois devint un véritable téleſcope aſtronomique ; il le compoſa de deux verres convexes ; l'un, l'*objectif*, d'un foyer très-long, & l'autre, l'*oculaire*, d'un très-court foyer ; & il parvint, par ce moyen, à donner beaucoup plus de longueur à ſon téleſcope, & à le rendre propre à ſaiſir les objets les plus éloignés. Le ſeul défaut qu'on puiſſe reprocher à cet inſtrument, vient de la convexité de l'oculaire, qui nous fait voir les objets dans une ſituaion renverſée ; mais les Aſtronomes qui

Planche XVIII. s'en ſervent s'inquiétent très-peu de cette poſition, par rapport à la forme ſphérique des objets qu'ils ont à obſerver.

On parvint néanmoins à corriger ce défaut qui étoit eſſentiel, lorſqu'on vouloit conſidérer des objets terreſtres avec cet inſtrument, & on y remédia aux dépens, à la vérité, de la clarté de l'objet, en multipliant le nombre des oculaires : aulieu d'un ſeul, on ſe ſervit de trois oculaires convexes, & on vit alors les objets dans leur poſition naturelle. On peut aiſément démontrer les effets que produiſent cette multiplication d'oculaires avec l'appareil ſuivant.

QUATRIEME APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer les effets d'une lunette à quatre verres.

ON laiſſe les choſes diſpoſées à la fenêtre, telles qu'elles ſont repréſentées dans l'appareil précédent. On place le banc (fig. 1.) de maniere qu'après y avoir arrêté un plan BC (Pl. XVIII, fig. 4.) le verre lenticulaire A qui y eſt établi, ſoit au-delà du foyer de l'objectif renfermé dans le tube E H à une diſtance égale à ſon propre foyer. Cet oculaire doit avoir dix-huit à vingt lignes de rayon, pour une lunette de cette longueur, & un pouce de diamètre ; il doit être recouvert d'un diaphrahme qui lui laiſſe huit à neuf

Fig. 1.
Fig. 4.

lignes au plus d'ouverture. Il faut avoir, outre cela, deux autres plans ſemblables à celui-ci, & pareillement garnis de deux autres verres de même foyer & des mêmes dimenſions que le précédent, munis également de leurs diaphragmes. Planche XVIII.

USAGE de cet Appareil.

LE chaſſis F G (fig. 1.) mis au foyer de l'objectif, on voit l'objet extérieur s'y peindre dans une ſituation renverſée, comme nous l'avons déjà obſervé précédemment. Si aulieu du chaſſis F G on met en place à une diſtance égale à la ſomme des foyers de l'objectif & de l'oculaire, le plan B C (fig. 4.), & que l'œil regarde l'objet à travers le verre lenticulaire A, il le verra encore renverſé, puiſque c'eſt la même image qui fait ici l'objet de la viſion. Mais ſi on ajoute au-delà de cet oculaire un ſecond plan, & conſéquemment un ſecond oculaire ſemblable au premier dont il doit être éloigné à une diſtance égale à la ſomme de leurs foyers, les rayons qui partiront de la premiere image ſe croiſeront entre ces deux verres, & y peindront une ſeconde image dans une ſituation oppoſée à celle de la premiere. On en jugera facilement en plaçant en cet endroit le chaſſis Fig. 1. Fig. 4.

Planche XVIII. Fig. 1. FG (fig. 1.) Si on ajoute donc un troiſieme plan, & conſéquemment un troiſieme oculaire diſtant du ſecond, comme celui-ci l'eſt du premier, l'œil, placé derriere le troiſieme oculaire, verra l'objet dans ſa ſituation naturelle.

On reproche cependant, & avec raiſon, pluſieurs défauts à ces ſortes de lunettes; les différens degrés de réfrangibilité des rayons lumineux, en occaſionnent un très-ſenſible. Ils font que les rayons qui ſe réfléchiſſent d'un même point de l'objet, ne ſe réuniſſent pas à un même point au-delà de la lentille, mais en différens points. De-là, l'image de l'objet eſt moins claire & moins diſtincte. Ajoutez à ce défaut celui des iris, qu'on remarque autour de ces ſortes d'images, lorſque l'ouverture de la lunette eſt trop grande, & vous n'aurez encore qu'une idée des principaux défauts qu'on trouve dans ces ſortes d'inſtruments.

Lunette achromatique. *Dollon*, célebre Opticien Anglois, fut un des premiers qui s'occupa avec ſuccès à corriger ſes imperfections, & il parvint en 1758, à y parer d'une maniere aſſez précieuſe pour mériter la reconnoiſſance des Aſtronomes, & de tous ceux qui font uſage de ces inſtrumens. Il perfectionna encore par

par la ſuite ſes premiers eſſais, & il parvint à faire dexcellentes lunettes, qu'on connoît ſous le nom de *lunettes achromatiques.* Leur objectif eſt compoſé de deux & même de trois verres dont le pouvoir réfringent étant différent, corrige aſſez bien les deux imperfections dont nous venons de parler. Ces eſpeces de lunettes ſont ſuſceptibles de plus grandes ouvertures, & par cela ſeul, elles ſont meilleures que les lunettes ordinaires. Planche XVIII.

Ceux qui voudront s'inſtruire ſur la conſtruction des lunettes achromatiques, pourront conſulter les Ouvrages de pluſieurs Savans qui s'en ſont occupés, particuliérement les tranſactions philoſophiques de Londres, les Mémoires de l'Académie des Sciences, & ſur-tout *l'Optique* de *Smith.*

Cette faculté d'amplifier les dimenſions des objets qu'on remarque dans les verres lenticulaires convexes, donna pareillement origine aux microſcopes, qu'il faut diſtinguer en deux claſſes; en *ſimples* & en *compoſés.* Les premiers ſont faits d'une ſeule lentille, dont l'effet conſiſte moins à augmenter les dimenſions de l'objet, qu'à le faire obſerver plus clairement & plus diſtinctement : on le verroit en effet ſous les mêmes dimenſions, ſi on le regardoit à l'œil Microſcopes.

Planche XVIII. nud, à travers un trou auſſi petit que celui qu'on fait communément au chaton qui renferme une lentille. Auſſi lors qu'on veut augmenter réellement les dimenſions de l'objet, on ſe ſert d'un microſcope compoſé. Celui-ci renferme ordinairement trois verres, dont nous avons donné les foyers & l'arrangement, dans le premier volume de cet Ouvrage; quant aux effets que produiſent ces verres, nous en avons pareillement donné une idée ſuffiſante pour l'Amateur: mais lorſqu'il s'agit de les connoître d'une maniere plus préciſe & plus inſtructive, il faut néceſſairement employer le ſecours de la Géométrie, dont nous nous ſommes interdits l'uſage dans cet Ouvrage.

Il eſt une eſpece particuliere de microſcope, qui mérite à tous égards d'être connu & qui doit avoir une place diſtinguée parmi les inſtrumens de Phyſique: c'eſt le microſcope ſolaire, dont voici la conſtruction & les effets.

CINQUIEME APPAREIL.

Microſcope ſolaire. Fig. 5. A (Pl. XVIII, fig. 5.) eſt un tube qui ſe monte dans le tube EH (fig. 1.), dans lequel il gliſſe à frottement: il eſt fermé extérieurement en B par une platine de métal à queue,

ouverte d'un trou de trois à quatre lignes, & Planche dont le centre répond à l'axe du tube A. A XVIII. la queue H de cette platine eſt fixement attachée une boîte C, faite en forme de parallélipipède, dans la longueur de laquelle gliſſe un autre parallélipipède ſolide D. Le mouvement de ce dernier ſe fait ſur un reſſort logé dans la boîte C, ce qui l'empêche de vaciller. On l'arrête & on le fixe à la diſtance qu'on deſire par la vis de preſſion *c*. Sur l'extrémité exterieure du parallélipipède D, s'eleve, à angles droits, une piece de cuivre FE, percée d'un trou taraudé, pour recevoir à vis le porte-lentille G. On doit avoir pluſieurs porte-lentilles de rechange, & ils doivent être conſtruits de maniere que l'ouverture de la lentille ſe trouve dans l'axe du tube A. Lorſque la lentille eſt placée à-peu-près à la diſtance où elle doit être, par le mouvement prompt du parallélipipède D, on ſerre la vis de preſſion *c*, & on acheve de la mettre à ſon véritable point par la vis de rappel *ed*, qui la fait mouvoir d'un mouvement lent. La piece *ab* fait le complément de cette machine : c'eſt une piece de cuivre à reſſort, derriere laquelle on fait gliſſer les porte-objets.

Planche XVIII.

Usage de cet Appareil.

On place ſous la pince à reſſort *a b*, une des couliſſes d'ivoire qui contient un objet; on dirige le miroir qui eſt au dehors de la fenêtre, de façon que la lumiere, réfléchie par ce miroir & concentrée par le verre que nous ſuppoſons au bout du tuyau EH, éclaire parfaitement cet objet; les rayons de lumiere, après l'avoir pénétré, tomberont ſur la lentille: celle-ci les raſſemblera à ſon foyer que nous ſuppoſons très-court, tel que de trois à quatre lignes; ils deviendront alors divergens, &, ſe portant en avant, ils iront peindre ſur un grand chaſſis AB (fig. 6.) couvert de toile ou de gaze, qu'on leur préſentera à une certaine diſtance, l'image de l'objet qu'ils auront pénétré. La grandeur de cette image, par rapport à la grandeur réelle de l'objet, ſera dans le même rapport que la diſtance du plan AB au foyer de la lentille eſt à la longueur de ce foyer: d'où il ſuit que plus on éloignera ce plan, & plus les dimenſions de l'objet ſeront amplifiées; mais cet effet n'augmente qu'aux dépens de le clarté de l'image.

Cet inſtrument eſt, à proprement parler, une véritable lanterne magique, qui eſt trop

connue pour que nous en donnions la deſcription. Nous nous bornerons à faire obſerver que la lanterne magique elle-même, peut très-bien s'adapter ici, & que les objets éclairés par la lumiere du ſoleil, ſe voient d'une maniere bien plus agréable & plus curieuſe que dans une lanterne magique ordinaire. Voici l'appareil dont nous faiſon uſage pour cet effet. Planche XVIII.

SIXIEME APPAREIL.

Lanterne magique au ſoleil. Fig. 7.

A & B (Pl. XVIII, fig. 7.) ſont deux tubes entre leſquels on adapte une platine de métal CD. Cette platine, ſoudée au tube A, porte une eſpece de caiſſe *bc*, ouverte latéralement, & par l'ouverture de laquelle on fait gliſſer des bandes de verre peintes de différentes figures avec des couleurs tranſparentes. La caiſſe eſt ſoudée au tube B, à l'origine duquel on place un verre lenticulaire *a*, de vingt-une lignes de foyer. Le tube B reçoit un ſecond tube E, vers l'extrêmité extérieure duquel on établit un verre lenticulaire E de trente lignes de foyer. Ce dernier tube doit être mobile & doit gliſſer librement dans le tube B.

Planche XVIII.

USAGE de cet Appareil.

ON monte le tube A dans le tube EH (fig. 1.) on ne met alors aucun verre dans ce dernier, & on dirige la lumiere réfléchie par le miroir extérieur, de façon qu'elle tombe & qu'elle pénétre parfaitement & uniformément les deux lentilles. On fait gliſſer une bande de verre peinte des objets les plus groteſques, dans la caiſſe *bc*; & on avance ou on recule le tube E, juſqu'à ce que l'image de ces objets ſoient bien claire & bien terminée ſur le grand chaſſis AB (fig. 6), qu'on oppoſe à huit ou dix pieds de diſtance de l'appareil. Il faut avoir ſoin de gliſſer les bandes de verres, de façon que les figures qui y ſont peintes ſoient renverſées.

Fig. 1.

Fig. 6.

PARAGRAPHE TROISIEME.

Des Appareils deſtinés aux expériences de la Catoptrique.

LA Catoptrique traite de la lumiere réfléchie : cette réfléxion a lieu chaque fois que les rayons ſolaires tombent ſur des corps imperméables à la lumiere, ou non diaphanes, & que la ſurface de ces corps eſt ſuffiſamment polie pour faire l'office de miroir. On obſerve conſtamment que la lumiere ſe réflé-

chit avant même de parvenir juſqu'à la ſurface de ces corps. Exiſteroit-il donc une force répulſive qui exerceroit ſon action au-delà du corps réfléchiſſant? C'eſt l'opinion de *Newton*, c'eſt celle de la plus grande partie des Phyſiciens. On la trouve développée d'une maniere ſatisfaiſante dans le ſecond livre de l'Optique du célebre Phyſicien que nous venons de citer. Planche XVIII.

De quelque maniere que la lumiere ſoit réfléchie, elle ſe réfléchit conſtamment ſous le même angle ſous lequel elle arrive au corps réfléchiſſant. De-là ce principe général de Catoptrique, que *l'angle de réflexion eſt toujours égal à l'angle d'incidence*; ce qu'on peut facilement démontrer avec l'appareil ſuivant.

Premier Appareil.

Appareil fait pour démontrer les loix ſelon leſquelles la lumiere ſe réfléchit. Fig. 8 & 9.

X (Pl. XVIII, fig. 8.) eſt un plan circulaire de vingt-ſix pouces de diamètre. A la partie poſtérieure & au centre de ce plan, eſt adapté un tenon *a b* (fig. 9.) qui entre dans une tête C, ménagée au haut de la tige S, devant laquelle ce plan ſe meut circulairement. Le tenon excede la tête & porte un écrou *d* qui ſerre cette tête contre la baſe du tenon, & fait que le plan demeure fixe ſur tous les points de ſa circonférence, ſur leſquels on

Planche XVIII. a deſſein de l'arrêter. La queue S entre dans la tige T d'un guéridon (fig. 8.) elle s'éleve, elle s'abaiſſe, & elle ſe tient à la hauteur convenable par une vis de preſſion *t*.

La circonférence du plan eſt diviſée en quatre quarts-de-cercles de quatre-vingt-dix degrés, & ces diviſions ſont placées dans un ordre oppoſé, comme on peut l'obſerver dans la figure. Sur cette circonférence gliſſent deux curſeurs qui y ſont retenus à reſſort & à frottement; ou mieux, par une vis de preſſion placée en arriere ſur la queue de ces curſeurs. L'un d'eux porte une platine de cuivre A de quatre pouces en quarré, diſpoſée perpendiculairement au plan du cercle; & percée à ſon milieu d'un trou rond de deux pouces de diamètre.

Ce trou eſt bordé d'un petit cercle de cuivre de trois à quatre lignes de hauteur. Ce cercle porte un écrou, dans lequel ſe viſſe un ſecond cercle qui ſert à retenir une platine de cuivre qui entre dans le premier cercle & qui fait l'office de diaphragme. Cette platine eſt percée de deux trous de quatre lignes de diamètre. Chacun de ces trous porte une petite boîte de cuivre, dans laquelle on met, lorſqu'il convient, des verres lenticulaires convexes ou concaves. L'une de ces boîtes

porte un bouchon, pour fermer, lorſqu'on le juge à propos, l'un des trous du diaphragme. Planche XVIII.

Le ſecond curſeur porte un chaſſis B qui ſuit la courbe du cercle. Ce chaſſis eſt garni d'un morceau de papier huilé.

Au centre du cercle, on voit de part & d'autre & à trois pouces de diſtance de chaque côté, une petite couliſſe de cuivre C & D, de deux pouces de longueur & perpendiculaire au plan de ce cercle. Ces couliſſes ſont deſtinées à recevoir trois miroirs de métal de ſix pouces de longueur & de deux pouces de largeur. L'un de ces miroirs A (fig. 10.) eſt plan, le ſecond B, convexe, & le troiſieme C, concave. Leur courbure fait portion d'un cercle qui auroit deux pieds de diamètre. Fig. 10.

Usage de cet Appareil.

On diſpoſe à la fenêtre de la chambre l'appareil univerſel (fig. 1.) & on dirige, par ſon moyen, un rayon de lumiere ſous un angle quelconque. A quelque diſtance de cette fenêtre & dans le trajet de ce rayon, on place l'appareil dont il eſt ici queſtion. On éleve ou on abaiſſe le cercle de maniere que le rayon de lumiere rencontre la platine de cuivre A. Fig. 1.

Planche XVIII.

1°. On bouche l'un des deux trous qu'on remarque au milieu de cette platine, pour ne recevoir d'abord qu'un seul rayon solaire.

Fig. 10. On place le miroir plan A (fig. 10.) dans les coulisses C, D, & on dirige l'appareil de façon que le rayon solaire, qui passe par le trou de la platine, vienne tomber sur le milieu du miroir, & qu'il réponde au rayon perpendiculaire *ab*. On remarque alors, sur l'arc de cercle E F, l'angle que fait ce rayon avec le plan du miroir, & on observe qu'il se réfléchit en sens contraire sur le chassis B, & qu'il fait le même angle, puisqu'il répond à la même graduation, prise sur l'arc G F.

2°. On débouche le second trou A, & au lieu d'un seul rayon solaire, on en reçoit deux sur le miroir plan. Ces deux rayons sont parallèles entre eux, & on observe qu'ils conservent leur parallélisme en se réfléchissant, & qu'ils affectent encore les mêmes angles dans leur réflexion. Un peu d'habitude & d'exercice apprendra à disposer cet appareil avec la précision nécessaire à ces sortes d'expériences.

Nous avons supposé ici que les rayons incidens étoient parallèles, mais il s'en faut de quelque chose que cette condition soit rigoureusement exacte, & c'est une observation que le Physicien ne doit point négliger. Il

en trouvera la raiſon dans ce que nous avons dit précédemment ſur la maniere ſelon laquelle la lumiere arrive du corps lumineux vers la ſurface de notre globe. Planche XVIII.

3°. On renferme dans l'une des deux boîtes qu'on remarque ſur la platine A, un verre concave dont la propriété eſt de faire diverger les rayons lumineux, & on reçoit deux rayons de lumiere par les deux ouvertures de cette platine. Celui qui traverſe le verre concave devient divergent à ſa ſortie. On s'aſſure de cette divergence en abaiſſant le chaſſis B, & en le portant dans l'arc G H. Il faut ſupprimer, pour cette premiere épreuve, le miroir, & on obſerve la divergence des deux rayons qui y arrivent.

Cela fait, on remonte le chaſſis dans l'arc G F; on replace le miroir, & on voit que ces rayons réfléchis conſervent la même divergence & ſe réfléchiſſent ſous les mêmes angles ſous leſquels ils ſont arrivés à la ſurface du miroir.

4°. On répéte la même expérience, en ſubſtituant un verre convexe au verre concave dont on vient de faire uſage. L'effet du verre convexe étant de faire converger les rayons, on obſerve, en procédant de la même maniere, que les rayons ſe réfléchiſ-

Planche XVIII. ſent ſous les mêmes angles, & qu'ils conſervent la même convergence dans leur réflexion.

A la place du miroir plan, dont on vient de faire uſage dans les expériences précédentes, on peut ſubſtituer *un miroir* convexe, ou un miroir concave. Le premier a la faculté de faire diverger plus ou moins fortement les rayons parallèles de la lumiere, qu'il réfléchit : le concave, au contraire, les rend convergens ; doù il ſuit 1°. Que des rayons divergens qui arrivent ſur la ſurface d'un miroir convexe, le deviendroient encore davantage dans leur réflexion, & que des rayons convergents perdroient plus ou moins de leur convergence.

2°. Que le contraire arriveroit : que des rayons divergens dans leur incidence, perderoient de cette divergence s'ils étoient réfléchis par un miroir concave, & que leur convergence augmenteroit, s'ils étoient convergens avant d'arriver à la ſurface de ce miroir. Ce ſont autant d'expériences curieuſes à répéter, & qui ſont faciles à faire, d'après ce que nous venons de faire obſerver ſur les précédentes : nous indiquerons cependant encore ici les principaux phénomènes, ce qui arrive à des rayons parallèles, lorſ-

qu'ils ſont réfléchis par des miroirs convexes ou concaves. Planche XVIII.

1°. On ſubſtitue le miroir convexe B (fig. 10.) au miroir plan dont on a fait uſage pour les expériences précédentes, & on reçoit deux rayons de lumiere paralleles par les ouvertures de la platine A (fig. 8.) On dirige ces rayons de maniere qu'ils tombent ſur la même ligne ſur la ſurface du miroir, & on voit qu'ils ſe réfléchiſſent ſur le chaſſis B, mais qu'ils ceſſent d'être parallèles & qu'ils ſont beaucoup plus écartés l'un de l'autre. Fig. 10. Fig. 8.

2°. On ſubſtitue le miroir concave C au miroir B. On répéte la même expérience avec les mêmes précautions, & on voit que les deux rayons deviennent convergens dans leur réflexion, & que leurs images ſont plus rapprochées ſur le chaſſis.

Si un miroir convexe ſur un ſens ſeulement fait diverger les rayons parallèles de lumiere qui arrivent à ſa ſurface ; & ſi un miroir concave, ſur un ſens pareillement, les fait converger, on peut expliquer facilement ce qui arriveroit à un faiſceau de lumiere qui tomberoit ſur la ſurface d'un miroir convexe ou concave en tous ſens, & qui feroient portion l'un, d'une ſphère convexe, & l'autre d'une ſphère concave.

Planche XVIII. Nous obſerverons ſeulement ici que les miroirs concaves ayant la propriété de faire converger les rayons, un faiſceau de lumiere qui tombe ſur la ſurface d'un miroir de cette eſpece doit néceſſairement ſe réfléchir & ſe réunir en un point donné au-delà de ſa ſurface, qu'on appelle *le foyer de ce miroir*. Tous ces rayons concentrés en ce point, doivent y acquérir une activité d'autant plus grande, que leur point de réunion eſt moins éloigné du miroir. Les corps combuſtibles placés à ce foyer, doivent donc y prendre feu, & c'eſt ce que l'expérience confirme.

Outre cette propriété incendiaire du miroir concave, il doit encore réfléchir les rayons qui viennent d'un objet éclairé quelconque, les réunir, les peindre à une certaine diſtance, & faire obſerver nombre de phénomènes, dans le détail deſquels nous ne pouvons nous permettre d'entrer, comme appartenant plus particuliérement à la théorie de ces ſortes de miroirs.

Si nous réfléchiſſons un moment ſur le principe que nous avons précédemment établi, que la lumiere qui arrive ſur la ſurface d'un miroir plan, ſe réfléchit en faiſant ſon angle de réfléxion égal à ſon angle d'incidence, il n'eſt point de phénomènes que nous ne puiſ-

sions facilement expliquer, lorsque nous considérons les effets que produisent quantité d'instrumens, trop connus pour en donner ici la description. Les optiques, les perspectives, les polémoscopes, les chambres noires, ne supposent que la connoissance de ce principe, lorsqu'on veut rendre raison de leur effets. Tout familiers que soient ces instrumens, & quoique plus généralement destinés à l'amusement qu'à l'instruction de celui qui les possède, ils doivent nécessairement trouver place dans un Cabinet de Physique, & le Physicien ne doit point négliger de faire connoître de quelle maniere ils produisent les phénomènes qu'ils nous font observer. Planche XVIII.

En réfléchissant également sur ce que nous avons dit par rapport aux miroirs courbes, on explique aussi facilement ces anamorphoses curieuses & surprenantes qu'on observe avec des miroirs cylindriques, coniques, &c.

Parmi les différens instrumens qui doivent leur origine aux propriétés de la lumiere, que nous avons exposées ci-dessus, nous distinguerons particuliérement le téleſcope de réflexion. Il a rendu des services trop essentiels à l'Astronomie, pour ne pas trouver une place distinguée dans le Cabinet d'un Physicien.

Planche XVIII. Cet inſtrument appartient tout à la fois à la Dioptrique & à la Catoptrique, comme compoſé de miroirs & de verres lenticulaires. On le conſtruit de deux manieres, ſelon la méthode de *Newton*, & ſelon celle de *Grégori*. De-là deux eſpeces de téleſcopes, l'un *Newtonien*, & l'autre *Grégorien* : ce dernier eſt le plus en uſage, & nous nous en tiendrons à ſa deſcription. Ceux qui ſeront curieux de connoître le téleſcope Newtonien, pourront conſulter le troiſieme volume de la Phyſique de *Muſchenbroek*.

Planche XIX.

SECOND APPARIEL.

Téleſcope Grégorien. Fig. 1. CET inſtrument eſt compoſé d'un gros tube A B (Pl. XIX, fig. 1.) au fond duquel eſt appliqué un grand miroir concave de métal C D, percé à ſon centre d'un trou qui répond au petit tube E F. Vers l'autre extrémité du même tube A B, on voit un petit miroir G, plus concave que le précédent, & dont le diamètre excède un peu celui du trou pratiqué au centre du grand miroir. Le petit eſt porté ſur une lame de cuivre *a b*, courbée à angle droit ſur la lame *a c*, qui ſe meut ſelon ſa longueur dans une couliſſe attachée au corps du tube A B. Cette lame eſt attachée à une queue de métal qui regne le long du tube

tube & qui est dentée en forme de crémaillere vers son extrémité H. Cette denture engrène dans un pignon *d* : celui-ci mene la lame *a c*, & conséquemment le petit miroir qui s'approche ou qui s'éloigne, par ce moyen, du grand miroir C D. A l'extrémité B du tube A B, se monte à vis un second tube E F, beaucoup plus petit, dans lequel sont établis deux verres lenticulaires; l'un *e*, plan convexe & très-près du trou du grand miroir, & l'autre *f*, convexe des deux côtés. Ce tube est fermé à son extrémité extérieure par un bouchon creusé en forme d'entonnoir & ouvert à son centre d'un très-petit trou. Le tout est porté sur un pied à genou, sur lequel cet instrument se meut en toutes sortes de sens. Planche XIX.

Usage de cet Appareil.

Nous n'avons rien dit sur les proportions de chaque piece qui entre dans la composition de cet appareil, ni sur les foyers des miroirs & des lentilles, parce qu'on fait ces instrumens de toute grandeur, & que ces proportions varient pour chaque grandeur. Ceux qui seront curieux de connoître parfaitement tous ces objets, pourront consulter très-avantageusement l'Optique de *Smith*.

Planche XIX. Nous remarquerons seulement ici, que si l'ouverture A du tube A B est tournée vers l'objet qu'on veut observer, on conçoit que les rayons de lumiere qui viennent des extrémités opposées de cet objet, que nous supposons très-éloigné, se croiseront avant d'entrer dans ce tube. Les rayons presque parallèles qui tomberont sur la surface du miroir concave C D, étant réfléchis, deviendront convergens & traceront une image distincte & renversée à une distance donnée dans l'intérieure du tube. Ils deviendront alors divergens, & s'avançant en cet état jusqu'au petit miroir G, dont le foyer est supposé au-delà de cette premiere distance, celui-ci les réfléchira & les fera converger un peu après leur réflexion. Si on supprimoit les lentilles *e*, *f*, l'image iroit se peindre bien au-delà du tube E F. Mais ces rayons rencontrant la lentille *e*, ils deviennent convergens & leur foyer se trouve placé entre cette lentille & la seconde *f*, où l'image se peint distinctement. Ils deviennent alors divergens & passent par la seconde lentille *f*, dont le foyer doit être égal à la distance de cette lentille à l'endroit où l'image se peint au-delà de la premiere *e*; ce qui rend ces rayons parallèles, & les dirige comme il convient, pour que l'œil, placé à l'ouverture du tube E F, voie distinctement l'objet.

PARAGRAPHE QUATRIEME. Planche XIX.

Des Appareils deſtinés aux expériences des couleurs.

Nous diviſerons ce Paragraphe en deux Nombres: le premiere traitera des appareils propres à démontrer les couleurs dans les rayons du ſoleil; & le ſecond, des appareils néceſſaires pour faire obſerver en quoi conſiſtent les couleurs dans les objets colorés. Diviſion de ce paragraphe.

NOMBRE PREMIER.

Des Appareils faits pour démontrer les couleurs dans les rayons du ſoleil.

QUOIQU'ON doive à *Newton* les ſuperbes expériences dont nous allons faire mention, le Phyſicien ne doit point ignorer que longtems avant ce grand homme, le célebre *Voſſius* avoit avancé que l'origine des couleurs appartenoit aux rayons de la lumiere, & que ces rayons étoient colorés. Nous abondonnons cette partie hiſtorique & intéreſſante de la Phyſique, pour ne parler que des principaux inſtrumens néceſſaires à ces ſortes d'expériences.

PREMIER APPAREIL.

L'APPAREIL univerſel décrit (Pl. XVII, fig. 5.) étant diſpoſé à la fenêtre, on fait entrer dans le tube GH (Pl. XIX, fig. 2.) le Appareil propre à démontrer que les rayons de la lumiere ſont colorés. Fig. 2.

Planche XIX. tube A B, décrit (Pl. XVII, fig. 9.). Ce tube porte à son extrémité un diaphragme de trois lignes d'ouverture. On place à très-peu de distance de ce tube, l'appareil C D. Celui-ci est composé d'un guéridon D, dont la tige est creuse, & dans laquelle monte & descend une queue *c d* qui s'y fixe à une hauteur convenable par la vis de pression *e*. Cette queue est surmontée d'une petite tablette ouverte, dans sa longueur, comme la tablette d'un tour : nous l'avons décrite séparément (fig. 3.) Cette tablette *ff*, porte deux poupées *g*, *g* qui s'approchent ou se reculent, & qui se tiennent en situation par deux vis de pression qui embrassent leurs queues qu'on voit au-dessous de la tablette *ff*. Sur les côtés de ces poupées sont attachés deux ressorts échancrés par le haut. Ceux-ci reçoivent dans leur échancrure les petits cylindres de cuivre qui terminent de part & d'autre la monture d'un prisme triangulaire F de glace. Cet appareil est construit de maniere que le prisme peut avoir tous les mouvemens dont il a besoin : il peut s'élever, s'abaisser, se mouvoir circulairement &. sur son axe.

Fig 3.

A huit à dix pieds au-delà, on oppose le châssis R S (fig. 2.) Il est couvert d'une toile fine ou d'une gaze, & il doit avoir quatre

Fig. 2.

pieds ou environ. Ce chaſſis porte une queue qui entre dans la tige d'un guéridon T, dans laquelle il ſe meut circulairement, s'éleve où s'abaiſſe, & ſe tient à la hauteur qui convient par le moyen d'une vis de preſſion V. Planche XIX.

Usage de cet Appareil.

On fait d'abord obſerver que le faiſceau de lumiere qui pénétre dans la chambre par le tube AB, va naturellement peindre ſur le plan RS qui lui eſt oppoſé, un cercle lumineux. On diſpoſe enſuite le priſme F de façon que le même faiſceau de lumiere le pénétre par un de ſes angles, & conſéquemment tombe obliquement ſur la face de ce priſme qui ſe préſente. Ce faiſceau, compoſé de pluſieurs rayons différemment réfrangibles, ſe réfracte, ſe développe & ſe ſépare en ſept rayons différemment colorés, qui vont peindre ſur le plan RS une bande de lumiere, ſur laquelle on diſtingue les ſept couleurs ſuivantes, en comptant de bas en haut, *rouge*, *orangé*, *jaune*, *bleu*, *verd*, *pourpre & violet.*

Comme ces rayons colorés tombent & anticipent les uns ſur les autres, on ne diſtingue pas bien les ſept couleurs, ou au moins les limites de chacune des ces couleurs. Pour les diſtinguer plus commodément, on ſe ſert de l'appareil ſuivant.

Planche XIX.

SECOND APPAREIL.

Plan percé de ſept trous pour ſéparer les 7 rayons colorés. Fig. 4.

AB (Pl. XIX, fig. 4.) eſt un plan de métal d'un pied de hauteur & de huit pouces de largeur. Ce plan eſt percé de ſept trous de trois lignes de diamètre, diſtans les uns des autres de trois lignes.

USAGE de cet Appareil.

LES choſes étant diſpoſées comme dans l'appareil précédent, & le ſpectre de lumiere s'étant tracé ſur le chaſſis RS, on tient à la main le plan AB.

Il eſt plus commode de faire adapter une tige, ou une eſpece de queue aſſez longue à ce plan. Alors on fait entrer cette queue dans un coulant qui gliſſe ſur la longueur du banc (fig 1.), & qu'on arrête à volonté par une vis de preſſion en deſſous. La queue étant ſuffiſamment longue, elle s'éleve où elle s'abaiſſe à volonté dans le coulant; on la fixe à une hauteur convenable, par le moyen d'une vis de preſſion ſur la partie latérale du coulant. On cherche donc alors dans l'eſpace compris entre le priſme & le plan, l'endroit où la largeur du faiſceau de lumiere eſt égale à la hauteur des trous percés ſur ce plan. On l'interpoſe perpendi-

Fig. 1.

culairement en cet endroit, & on voit alors le ſpectre changer de forme & ſe peindre ſur le chaſſis ſous la forme de ſept petits plans circulaires, affectant chacun l'une des ſept couleurs que nous venons d'indiquer. Planche XIX.

Veut-on démontrer maintenant que les ſept couleurs qu'on diſtingue dans les deux expériences précédentes appartiennent eſſentiellement à tel ou tel rayon en particulier, & que, quelque modification qu'on faſſe, ſubir à ces rayons, on ne peut changer la couleur qui leur eſt propre; on ſe ſert, pour cet effet, des appareils ſuivans.

1°. On tient à la main & par une de ſes extrémités, un ſecond priſme, & on le place à ſix ou ſept pouces de diſtance du premier, mais dans une ſituation oppoſée à angles droits; c'eſt-à-dire, que le premier étant dans une ſituation horizontale, on tient le ſecond dans une ſituation verticale. Le faiſceau de lumiere réfracté par le premier priſme, eſt encore réfracté par le ſecond, & malgré cette ſeconde réfraction qu'il éprouve, le ſpectre paroît encore teint des mêmes couleurs & dans le même ordre. La ſeule différence qu'on obſerve alors, conſiſte en ce que ce ſecond ſpectre ſe trouve poſé dans une ſituation oblique & inclinée ſur le chaſſis R S, ſur lequel on

Planche XIX. l'amene, en faiſant tourner tout doucement le ſecond priſme ſur ſon axe.

2°. On peut ſéparer un ſeul rayon du ſpectre & lui faire ſubir différentes modifications; ſa couleur demeure encore invariable. On prend plus communément, pour cet effet, le rayon rouge : il réſiſte mieux que les autres à ces ſortes d'épreuves, & on ſe ſert, pour cela, de l'appareil ſuivant.

TROISIEME APPAREIL.

Appareil fait pour ſéparer un des ſept rayons colorés.

Fig. 5. AB (Pl. XIX, fig. 5.) eſt un plan de métal de mêmes dimenſions que celui de la figure 4. Celui dont il eſt ici queſtion n'eſt percé vers ſon milieu que d'un ſeul trou de quatre lignes de diamètre. Il tient à une tige de bois D, qui s'ajuſte & qui entre dans un taſſeau de bois *a b*, où elle ſe meut de haut en bas, & dans laquelle elle s'arrête à volonté par une vis de preſſion *c*. On voit à l'autre extrémité du même taſſeau, une ſeconde tige de bois qui s'y meut de la même maniere que la premiere, & qui porte un ſupport de priſme ſemblable à celui que nous avons décrit dans l'appareil précédent. Le tout eſt ſoutenu ſur un guéridon Q.

USAGE de cet Appareil. Planche XIX.

On place ce guéridon dans l'eſpace compris entre X & R (fig. 2.), & on diſpoſe le plan A B (fig. 5.) perpendiculairement au faiſceau de lumiere développé qui remplit cet eſpace. On fait mouvoir de haut en bas ce plan, de maniere que ſon ouverture ne laiſſe paſſer que le rayon rouge ; les autres ſont alors interceptés par l'opacité du plan, & on ne voit plus qu'un petit cercle rouge ſur le chaſſis R S (fig. 2.). On fixe alors le plan A B (fig. 5.) & on fait ſubir à ce rayon toutes les modifications imaginables. Fig. 2. Fig. 5. Fig. 2. Fig. 5.

1°. On éleve la tige E, qui ſe trouve alors derriere & du côté du plan R S. On diſpoſe le priſme de maniere que ce rayon paſſant par ſon angle ſupérieur, ſe trouve réfracté une ſeconde fois, & on voit que cette nouvelle réfraction porte ſur le plafond l'image de ce rayon, & qu'elle eſt encore de la même couleur.

2°. On abaiſſe le priſme & on ſubſtitue à ſa place, derriere l'ouverture C, un miroir plan qu'on incline de maniere qu'il réfléchiſſe ſur le plafond l'image de ce rayon : elle eſt encore rouge.

3°. On place une loupe ou un verre lenticulaire monté dans une chaſſe A B (fig. 7.) entre ce rayon rouge & le chaſſis R S. Si on Fig. 7.

Planche XIX. a ſoin d'approcher cette loupe de maniere que le chaſſis RS ſoit au foyer de ce verre, on voit alors ce rayon extrêmement concentré, réduit en un très-petit point auſſi brillant qu'un rubis.

4°. On a pluſieurs verres plans colorés de différentes couleurs, tous montés dans une châſſe ſemblable à celle qui eſt repréſentée par AB (fig. 6.), & on interpoſe ſucceſſivement chacun de ces verres à un pied ou environ de diſtance du chaſſis RS; on obſerve alors que chacun de ceux qui livrent paſſage au rayon rouge, le laiſſent paſſer ſous la même couleur; qu'il n'en eſt que plus ou moins affoibli ſeulement, ſans participer en aucune maniere à celle du verre coloré par lequel il paſſe. Il eſt cependant de fait, & on peut le confirmer par expérience, que ſi on faiſoit paſſer ſucceſſivement le faiſceau entier de lumiere, ou les ſept rayons colorés par chacun de ces verres, ils ne laiſſeroient paſſer que celui des rayons qui ſeroit analogue à leurs couleurs particulieres, & on remarqueroit ſur le chaſſis RS le rayon qui porteroit la même couleur que celle du verre par lequel il auroit paſſé: théorie que le Phyſicien doit développer avec ſoin. Fig. 6.

5°. On a pluſieurs chaſſis, tels que A B

(fig. 8), tous couverts de morceaux de taffetas différemment colorés : on applique ſucceſſivement ces morceaux de taffetas ſur l'endroit du grand chaſſis RS, où le rayon rouge vient ſe peindre, & on obſerve que ſa couleur reſte invariablement rouge, quoiqu'il ſe peigne ſur des fonds de différentes couleurs. On ne remarque que des nuances différentes dans la couleur rouge, ſuivant que le fond eſt plus ou moins propre à réfléchir cette couleur. Planche XIX. Fgi. 8.

La marche du ſoleil, pendant le tems de ces expériences, exige que le Phyſicien ait toujours ſoin de tenir ſon appareil dans une poſition convenable : l'habitude & un peu d'adreſſe lui en apprendront davantage que toutes les obſervations que nous pourrions faire à cet égard.

Les expériences que nous venons de décrire, quoique beaucoup moins nombreuſes que celles qu'on fait communément pour établir la théorie de *Newton*, peuvent ſuffire à cet effet. Ce ſont les plus eſſentielles, les plus faciles à faire, & celles qui s'accordent conſéquemment mieux avec les accidens qui contrarient, comme je l'ai déjà obſervé plus haut, les intentions du Phyſicien. Ceux d'ailleurs qui ſeront curieux de connoî-

Planche XIX.

tre toutes celles dont nous n'avons point fait mention, pourront consulter le Traité d'Optique de *Newton*. S'ils sont suffisamment exercés sur celles que nous leur indiquons, ils pourront assez facilement répéter les autres.

Si la maniere selon laquelle un faisceau de lumiere se développe en passant à travers un prisme ; si la position constante des sept couleurs démontre que chaque faisceau est composé de sept rayons primitifs, tous différemment réfrangibles & différemment colorés ; si on ne peut douter que les rayons violets soient les plus réfrangibles, on peut démontrer encore que ceux qui sont les plus réfrangibles, sont aussi les plus réflexibles. On démontre, par exemple, qu'à incidences égales, les rayons bleus, qui sont plus réfrangibles que les rouges, se réfléchissent aussi plus tôt que ces derniers.

QUATRIEME APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer que les rayons les plus réfrangibles sont en même tems les plus réflexibles. Fig. 9.

ON place à quelques pouces de distance de l'appareil qui tient à la fenêtre & qui sert à introduire les rayons du soleil, un prisme rectangulaire GAFY Pl. XIX, fig. 9.) & on le dispose de maniere que le faisceau de lumiere tombe presque perpendiculairement sur un de ses côtés. On dispose un second

priſme à quelque diſtance du premier, dont l'angle R ſoit d'environ cinquante-cinq degrés. On place le chaſſis C à cinq à ſix pieds du premier priſme. Planche XIX.

Usage de cet Appareil.

Le ſecond priſme R étant éloigné du premier A, ſi on reçoit le rayon ſolaire ſur le côté AF du premier priſme, & qu'il tombe perpendiculairement ſur ce côté, il ſe réfractera en E, & il ira peindre ſur le chaſſis C, le ſpectre ordinaire, ou une bande *r*S, colorée de ſept couleurs primitives. Si on fait tourner lentement ce priſme ſur ſon axe, dans l'ordre des lettres G A F, & qu'on place convenablement le ſecond priſme R, on remarquera, lorſque le premier priſme ſera tourné de maniere que le rayon ſolaire incident ſera avec ſa baſe GE, un angle d'environ cinquante degrés, qu'une portion des rayons réfractés ſur la bande *r*S, ſe réfléchiront en ligne droite du point E vers le point H. Si on diſpoſe alors le priſme R de maniere que cette lumiere réfléchie ſoit obligée de paſſer par ce ſecond priſme, elle s'y réfractera & elle fera obſerver différentes couleurs ſur un chaſſis PP qu'on lui oppoſera. On remarquera alors que les rayons violets

Planche XIX. & les bleus arriveront les premiers & iront ſe placer en *a*, les verds & les jaunes viendront enſuite ſe placer en *b*, & en dernier lieu les rouges viendront occuper la partie inférieure du ſpectre en *c*. On peut remarquer en même-tems qu'à proportion que ces rayons colorés viennent ſe peindre ſur le chaſſis PP, les mêmes rayons diſparoiſſent de deſſus le chaſſis C. L'expérience confirme donc que les rayons les plus réfrangibles, ſont en même tems les plus réflexibles, & en réſumant tout ce que nous venons de démontrer par expérience ; il demeure conſtant que chaque faiſceau de lumiere eſt compoſé de ſept rayons primitifs, tous différemment réfrangibles, différemment réflexibles, & propres chacun à exciter en nous la ſenſation d'une couleur particuliere. Ceux qui deſireront un plus grand développement ſur une matiere auſſi importante, pourront conſulter l'Optique de *Neuwton*, ou le précis que nous avons donné de cette Théorie, dans le quatrieme volume de nos *Elémens de Phyſique théorique & expérimentale*.

NOMBRE SECOND.

Planche XIX.

Des Appareils néceſſaires pour faire obſerver en quoi conſiſtent les couleurs dans les objets colorés.

LA diſpoſition particuliere des parties intégrantes des mixtes, la maniere ſelon laquelle elles réfléchiſſent ou elles tranſmettent les rayons colorés, ſont la baſe de la théorie des couleurs conſidérées dans les objets colorés. Pour démontrer la vérité de ce principe, qu'on ne peut trop bien developper, nous ferons obſerver les phénomènes ſuivans, & nous indiquerons les moyens de les confirmer par des expériences auſſi faciles que certaines.

APPAREILS.

Appareils faits pour démontrer en quoi conſiſtent les couleurs dans les objets colorés.

UN grand baſſin de criſtal, une douzaine de verres blancs & pluſieurs flacons remplis des drogues que nous allons indiquer, ſuffiſent pour ces ſortes d'expériences.

1°. Un flacon d'acide nitreux.
2°..... D'eſprit volatil de ſel ammoniac.
3°..... D'huile de tartre par défaillance.
4°..... D'infuſion de fleurs de roſes faite à l'eſprit-de-vin.
5°..... De ſolution de ſublimé corroſif.
6°..... D'eau de chaux.

Planche XIX.

7° Un flacon de solution de mercure.
8°..... De teinture de tournesol.
9°..... De sirop de violettes.
10°..... De solution de vitriol de cuivre.
11°..... D'infusion de noix de galle.
12°..... De solution de vitriol de mars.
13°..... De solution de régule ou de terre métallique du cobalt, faite par l'eau régale.

USAGE de ces Appareils.

A l'aide des drogues que nous venons d'indiquer, on peut faire observer les phénomènes suivans. 1°. Que deux liqueurs qui sont très-limpides, très-transparentes & qui ne portent avec elles aucune couleur, deviennent colorées par leur mélange.

2°. Qu'une liqueur dont la couleur est fixe & déterminée, étant mêlée avec une autre liqueur limpide & non colorée, acquiert, par ce mélange, une couleur différente de celle qui lui paroît naturelle.

3°. Qu'on peut varier à volonté les couleurs produites par le mélange, & les détruire par des nouveaux mélanges avec des liqueurs limpides & non colorées.

Tous ces effets sont autant de précipitations qui tiennent à la théorie des affinités, mais qui n'en prouvent pas moins que les variations

variations qui ſurviennent à la texture du mixte, le rendent propre à réfléchir, ou réfracter différens rayons, & conſéquemment à nous paroître de telle ou telle couleur en particulier. Planche XIX.

1°. Si on met dans un verre de l'infuſion de fleurs de roſes de Provins, & qu'on verſe par-deſſus quelques gouttes d'acide nitreux, les deux liqueurs, qui n'avoient aucune couleur avant leur mélange, produiſent par ce mélange, une couleur rouge.

Nota. Il ne faut laiſſer macérer les fleurs de roſes que le tems ſuffiſant pour que l'eſprit-de-vin ſe charge de leur partie réſineuſe, & non pour qu'il prenne une couleur tirant ſur le jaune. Il faut employer ici de l'acide nitreux aſſez peu déphlegmé pour qu'il n'ait point une couleur citrine. La plus mauvaiſe eau-forte eſt bonne pour cette expérience : elle eſt limpide & nullement colorée.

2°. Si on verſe quelques gouttes d'eau de chaux, qui eſt très-limpide, ſur de la ſolution de ſublimé corroſif, qui eſt également limpide & ſans couleur, il ſe fera un précipité fort abondant, & le mélange donnera une couleur orangée.

3°. Si on verſe quelques gouttes d'huile de tartre, très-limpide encore, ſur de la diſſo-

Planche XIX. lution de mercure faite par l'acide nitreux & étendue dans de l'eau distillée, les deux liqueurs qui, séparément prises, n'avoient aucune couleur, deviendront jaunes par leur mélange.

4°. Si on verse quelques gouttes d'acide nitreux sur de la teinture de tournesol, dont la couleur est violette, elle deviendra d'un très-beau rouge après le mélange.

5°. De l'huile de tartre versée sur du sirop de violettes un peu étendu dans de l'eau, changera sa couleur violette en une belle couleur verte.

6°. De l'esprit volatil de sel ammoniac, qui est très-limpide & sans couleur, versé sur une dissolution de vitriol de cuivre, dont la couleur est aigue-marine, lui fera prendre une très-belle couleur bleue.

7°. De l'acide nitreux versé gouttes à gouttes sur ce dernier mélange, détruira progressivement la couleur bleue & rétablira la couleur aigue-marine.

8°. De la dissolution de vitriol de mars versée sur l'infusion de noix de galle, absorbe totalement les rayons de la lumiere, & le mélange paroît noir. On lui rend sa transparence en versant par-dessus quelques gouttes d'acide nitreux. Ces deux procédés of-

frent au Phyſicien des obſervations particulieres qui ne ſont point du reſſort de cet Ouvrage. Planche XIX.

9°. Si on trace quelques caracteres, ſi on deſſine quelques plantes ou quelques arbres ſur un papier blanc ou ſur un carton, avec de la ſolution de cobalt; dès que la liqueur qui tient le cobalt en diſſolution ſe ſera évaporée, il ne reſtera aucune trace des caracteres ou des figures; mais ſi on préſente le papier ou le carton devant le feu, la chaleur les fera reparoître, & ils prendront une très-belle couleur verte, qui diſparoîtra dès que le papier ſera ſuffiſamment refroidi. On la fera reparoître & diſparoître tant qu'on voudra, pourvu qu'on ne chauffe point trop fortement le papier ou le carton; car alors la couleur verte reſte & ne diſparoît plus: elle devient même ſouvent rouſſe & tirant ſur le jaune.

Cette expérience fournit au Phyſicien une occaſion d'obſerver que tout ce qui influe ſur la conſtitution & la diſpoſition des parties qui ſont à la ſurface des corps, influe en même tems ſur leurs couleurs. Il peut s'étendre plus particuliérement ici ſur l'action du feu par rapport à nombre de ſubſtances dont il altere & varie les couleurs; ſur l'action de

Planche XX. l'air qui produit le même effet sur les plantes, sur les herbes, &c. &c. Nous ne pouvons que lui indiquer la marche, & conclure des expériences précédentes, que les couleurs sous lesquelles les objets colorés se présentent à nos yeux, dépendent de la faculté qu'ils ont de réfléchir ou de transmettre tel ou tel rayon coloré.

ARTICLE QUATRIEME.

Des Appareils nécessaires pour les expériences de l'Electricité.

PLUSIEURS Physiciens distinguent, depuis quelques années, deux especes d'*électricité*; l'une qu'ils nomment *naturelle*, c'est celle qui se produit naturellement dans l'atmosphère, & qui se manifeste par tous les phénomènes que nous attribuons à la foudre, & par quantité de météores qui ne sont, à la vérité, que des effets variés de la matiere électrique: l'autre qu'ils appellent *artificielle*, c'est celle que nous excitons dans nos appareils. Quoique produite par différens moyens, il est aisé de se convaincre que l'électricité est la même dans ces deux circonstances, & que la distinction qu'on voudroit introduire à ce sujet est tout-à-fait défectueuse.

On le verra manifeſtement par la ſuite, lorſque nous comparerons les effets du tonnerre à ceux de l'électricité. Planche XX.

Quoiqu'il ſoit important au Phyſicien de connoître tous les appareils qu'on a ſucceſſivement imaginés, & les différens degrés de perfection par leſquels on les a conduits à ce qu'ils ſont aujourd'hui, nous ne croyons pas devoir augmenter le volume de cet Ouvrage par une deſcription faſtidieuſe de quantité de machines ſuffiſamment connues, & dont tout Phyſicien ſait apprécier les défauts & les inconvéniens. Nous en avons donné d'ailleurs une idée ſuffiſante dans notre *Précis hiſtorique & expérimental des phénomènes électriques depuis l'origine de cette découverte juſqu'à ce jour, imprimé en 1781, à Paris, rue & Hôtel Serpente*, auquel nous renverrons ſouvent le Lecteur, comme ayant beaucoup plus d'étendue que nous n'en pouvons donner ici à cette importante partie de la Phyſique. Nous nous bornerons donc ſimplement à décrire la machine dont nous faiſons uſage actuellement, & que nous avons perfectionnée au point de lui faire produire tout l'effet qu'on peut attendre d'une machine de cette eſpece.

Planche XX.

Pour mettre quelqu'ordre dans une matiere auſſi diffuſe, nous diviſerons cet Article en deux Paragraphes : le premier traitera de la conſtruction du principal appareil; le ſecond de toutes les machines dépendantes de cet appareil. Nous ſubdiviſerons celui-ci en pluſieurs Nombres, relativement à la diverſité des objets auxquels ces machines ſeront conſacrées.

Diviſion de cet article.

PARAGRAPHE PREMIER.

Principal Appareil.

Machine électrique. Fig. 1.

A B (Pl. XX, fig. 1.) eſt une table ſolide de dix-huit pouces de hauteur, de trente-neuf pouces de longueur & de vingt-quatre pouces de largeur. On y remarque une rainure *a b* de quinze lignes de largeur, qui regne ſur une partie de la longueur de cette table.

Sur l'une de ces extrémités eſt ſolidement établi le chaſſis C D I de trente-ſix pouces de hauteur, pris depuis ſon araſement juſqu'au deſſous du cintre. Les côtés de ce chaſſis ſont arrondis auſſi exactement qu'il eſt poſſible. Il eſt arrêté ſous la table par une cheville *c* qui la traverſe & qui porte un écrou de bois en deſſous, & par deux autres chevilles *d*, *d*, qui entrent dans la tablette du chaſſis &

dans deux tenons qui la traverſent dans ſon épaiſſeur. Planche XX.

La piece de derriere du chaſſis n'eſt aſſemblée avec ſon entablement que par deux vis à oreille *e*, *e*, & elle tient par le haut à la piece de devant par le cintre D. Celui-ci eſt aſſujetti aux deux pieces par des chevilles *f*, dont on ne peut voir que celle de derriere.

On remarque vers le milieu & poſtérieurement au chaſſis un ſupport à jour E F, qui ſoutient le prolongement de l'arbre, pour qu'on puiſſe éloigner ſuffiſamment la manivelle G; précaution indiſpenſable pour qu'elle ne dérobe point, dans ſa rotation, une portion de l'électricité que la glace fournit.

H K eſt un plan de glace circulaire de vingt-quatre pouces de diamètre, percé à ſon centre & monté entre deux platines de cuivre revêtues intérieurement de deux lames de plomb & de deux morceaux de peau ou de drap qui s'appliquent immédiatement ſur la glace. La platine antérieure eſt percée & porte un écrou qui ſe monte ſur une vis priſe ſur le corps de l'arbre L M. La platine poſtérieure tient à l'arbre. On voit ſéparément cet arbre (fig. 3.). Fig. 3.

On remarque vers le haut & vers le bas du chaſſis quatre couſſins de ſix pouces de dia-

Planche XX. mètre. Le fond de ces couſſins eſt fait d'une lame circulaire de cuivre de cinq pouces de diamètre. Ils ſont garnis de crins & recouverts d'une peau qu'on appele *baſane*. Chaque plaque de cuivre porte un tenon de même métal qui s'enchâſſe dans une échancrure faite ſur la hauteur de quatre ſupports de bois qui tiennent en haut & en bas aux deux montans du chaſſis.

Les couſſins de derriere ſont pouſſés vers la glace par des reſſorts à boudin qu'on preſſe par le moyen des vis *g*, *g*. Nous avons fait graver à part (fig. 4.) un couſſin & la vis qui le preſſe, pour qu'on puiſſe, à la ſeule inſpection de la figure, ſe former une idée aſſez préciſe de cette mécanique.

Fig. 4.

On remarque ſur la longueur de la table deux colonnes ſolides de criſtal N, O, de ſeize pouces de hauteur. Ces colonnes ſont maſtiquées dans deux pieds de bois tournés P, Q. Ces pieds portent des tenons qui traverſent la rainure *a b* & ſont ſolidement établis ſur la table par des écrous qui ſe montrent en deſſous ſur leurs tenons.

Les colonnes de criſtal ſont ſurmontées de deux boules de cuivre *h*, *i*, de deux pouces & un quart de diamètre, deſtinées à porter le conducteur R S T. Celui-ci eſt un

tube de cuivre de deux pieds de longueur & de trois pouces & demi de groſſeur, terminé de part & d'autre par des boules de même métal de quatre pouces de diamètre. Planche XX.

La boule *m* eſt traverſée par un arc de cuivre R*m*T, terminé à chaque extrémité par deux gros godets de cuivre de quatre pouces de diamètre, dans chacun deſquels ſont implantées trois pointes de cuivre qui excedent de deux lignes ou environ les bords de ces godets. Ces pointes ſoutirent la matiere électrique de la glace H K, & la tranſmettent au conducteur.

La boule *k* eſt ſurmontée d'une groſſe vis qui ſe monte dans la boule *m*. La boule *i* ne porte qu'une eſpece de cheville qui entre dans le conducteur.

La boule *l* eſt ſurmontée d'un gros anneau de cuivre deſtiné à recevoir les tiges qui établiſſent une communication entre le premier conducteur & les deux autres VV, VV (fig. 2.). Fig. 2.

Ceux-ci ſont de fer blanc, dont les feuilles ſont ſoudées avec ſoin, & de façon qu'on ne ſent aucune aſpérité ſur les ſoudures. Ils ont chacun ſix pieds de longueur, ſur huit pouces ou environ de diamètre. Ils ſont également terminés par des groſſes boules.

Planche XX. Ces deux conducteurs ſont ſuſpendus au plancher par des cordons de ſoie qui les embraſſent & qui les éloignent du plancher & des murs de la ſalle, à quatre pieds au moins de diſtance. Il ſont réunis entre eux par des tiges de métal *oo*, *oo*, courbées ſur la groſſeur de ces conducteurs, & qui font une eſpece d'anſe *p*, *p*, vers le milieu, pour y ſuſpendre différens corps. Ces tiges ſe terminent par des boules de métal d'un pouce de diamètre.

Nous obſerverons ici, une fois pour toutes, qu'il faut éviter avec ſoin de ſe ſervir de chaînes ou de tout autre corps qui auroit des aſpérités ſur ſa ſurface, pour faire aucune communication entre les conducteurs, ou pour tranſmettre la vertu électrique à quelque corps que ce ſoit. Les chaînes & les corps dont les ſurfaces ne ſont point parfaitement bien dreſſées, diſſipent une grande portion de la matiere électrique, comme nous aurons occaſion de le faire obſerver ailleurs. C'eſt cette raiſon qui nous détermina, il y a quelques années, à ſubſtituer aux chaînes & aux autres corps de cette eſpece, dont on faiſoit uſage pour établir des communications, à leur ſubſtituer, dis-je, des tiges de métal bien dreſſées & bien polies, & terminées

par des boules de même matiere, comme on peut l'obſerver ici entre le principal conducteur & les deux qui lui ſont unis. Planche XX.

Pour augmenter encore la bonté de cet appareil, en facilitant davantage l'affluence de la matiere électrique à la glace, & en s'oppoſant, autant qu'il eſt poſſible, à ce qu'elle s'échappe du conducteur qui la raſſemble, nous avons eu ſoin,

1°. De faire incruſter en dedans des montans, & depuis les tiges qui tiennent aux platines des couſſins du haut, deux lames de cuivre qui ſe réuniſſent en deſſous de la tablette du chaſſis, & qui excédent de quelques lignes cette tablette. Ces lames ſe terminent par un petit anneau auquel on accroche une chaîne. Celle-ci, qui peut ſe prolonger autant qu'on veut, traîne communément par terre, & établit une communication entre la terre qu'on appelle *le réſervoir commun de la matiere électrique*, & les couſſins de la machine. On imagine bien que, pour cet effet, la lame de cuivre eſt ouverte aux endroits où elle répond aux vis de preſſion qui ſe montent dans les couſſins de derriere, & à l'endroit où l'arbre traverſe les montans; mais elle eſt percée de maniere que toutes ces pieces touchent à cette lame.

Planche XX. La communication avec le réſervoir commun ſeroit plus parfaite, & on tireroit encore un meilleur parti de l'appareil, ſi la chaîne dont nous venons de parler étoit prolongée au point d'aller s'accrocher à une tige de fer qui ſeroit enfoncée à pluſieurs pieds de profondeur en terre, de maniere qu'elle parvînt juſqu'à la terre humide.

2°. Nous avons fait revêtir en bois vernis toute la partie de l'arbre qui ſe trouve entre les montans. Le métal étant un bien meilleur conducteur que le bois, on ne peut trop ſe garantir du cuivre, & le ſouſtraire à l'atmoſphère de la glace. Malgré cette précaution, on voit quelquefois des étincelles partir de l'un des godets ſur l'arbre.

3°. Nous avons recouvert d'une bande de taffetas ciré la demi-circonférence de chaque couſſin, & nous les diſpoſons de maniere que ces bandes de taffetas ſe trouvent aux endroits où la glace s'échappe, en tournant, d'entre les couſſins. Nous les plaçons donc en haut à la droite de celui qui tourne, & à ſa gauche dans les couſſins d'en bas; ils en ſont moins ſuſceptibles de reprendre, pour ainſi dire, une portion de la matiere électrique qu'ils viennent de tranſmettre à la glace.

Fig. 5. A (Pl. XX, fig. 5.) eſt encore une piece

eſſentielle & dépendante de cet appareil. Planche XX.
C'eſt une planche de quinze pouces en quarré. dont les angles ſont arrondis : elle eſt portée par quatre petites colonnes de criſtal de ſix pouces ou environ de hauteur ; c'eſt ce qu'on appelle *le tabouret électrique*, ſur lequel on fait monter les perſonnes qu'on veut électriſer, & que nous avons cru devoir ſubſtituer aux pains de réſine dont on faiſoit anciennement uſage, incommodes dans le ſervice, & d'ailleurs ſuſceptibles de ſe briſer dans le froid, & de ſe fondre dans les chaleurs de l'été. On joint à l'iſoloir que nous venons de décrire, & qui ne peut ſervir que pour les uſages ordinaires, où l'on n'eſt point expoſé à demeurer deſſus pendant long-tems, un ſecond iſoloir ſemblable, mais bien plus grand, & qui doit l'être aſſez pour qu'on puiſſe établir deſſus une chaiſe ou un fauteuil, pour faire aſſeoir un malade qu'on voudroit électriſer. Je donne communément à ces ſortes d'iſoloirs cinq pieds de longueur, ſur trente pouces de largeur, afin d'avoir la commodité d'y établir deux perſonnes à la fois. Je poſe cette table qui doit être bien polie en deſſus & en deſſous, & dont les bords ſont bien arrondis, ainſi que les angles ; je la poſe ſur un chaſſis de bois

Iſoloir pour les malades.

Planche XX. porté par quatre bouteilles ordinaires bien seches & remplies de matieres résineuses. Elles sont retenues à ce chassis par quatre especes de gougeons ou de chevilles adhérentes aux quatre coins du chassis & qui entrent dans le col de ces bouteilles où elles sont implantées dans la matiere résineuse.

Je préférerois encore aux chaises ou aux siéges qu'on pose communément sur ces sortes d'isoloirs, un banc de bois à dos, dont toutes les parties seroient bien polies sans aspérités & sans angles, & je voudrois même que le banc & la table fussent recouverts de plusieurs couches de vernis.

Usage de cet Appareil.

L'usage de cet appareil est trop universellement connu, pour que nous insistions sur cet objet. Nous nous bornerons donc à quelques observations générales qui nous paroissent indispensablement nécessaires pour qu'on puisse obtenir tout l'effet possible d'un appareil de cette espece.

La propreté & la sécheresse sont les deux conditions les plus essentielles à observer : on ne peut donc trop recommander à ceux qui veulent faire avec succès des expériences d'électricité, de bien essuyer, & sur-tout

de diſſiper autant qu'il eſt poſſible, l'humidité qui attaque plus particuliérement les corps polis. Il faut donc, avant de faire uſage de ſon appareil, en eſſuyer toutes les parties, ſur-tout la glace, les colonnes de criſtal & le conducteur : on ſe ſert pour cela, d'un linge bien ſec ; il ſeroit encore meilleur s'il étoit chaud. Planche XX.

On ſe ſert depuis quelques années d'un amalgame qui mérite d'être connu : il augmente d'une maniere très-ſenſible le produit de l'électricité.

Compoſition de l'amalgame.

On a ſingulièrement varié ſur la maniere d'amalgamer les couſſins ; lors de la publication de cet Ouvrage en 1775, le meilleur amalgame que l'on connut étoit compoſé de mercure, d'étain & de craie : quelques années après on ſupprima la craie, &, à l'aide d'un peu de ſuif dont on frottoit les couſſins, on les amalgamoit avec du mercure & de l'étain. Ce procédé eſt encore celui que j'emploie actuellement, mais je ne me ſers plus de ſuif pour l'appliquer ſur les couſſins, & je ne donne plus la même conſiſtance à l'amalgame. Je le fais au contraire de maniere que le mercure y domine, & qu'il ſoit très-mou. Mais il faut enlever au mercure & à l'étain une craſſe qu'ils con-

Planche XX. tractent naturellement à l'air, & j'emploie à cet effet de l'huile d'olives. Lorſque cet amalgame eſt bien préparé, il s'attache ſuffiſamment aux couſſins, & il augmente ſingulierément les produits de l'électricité. Comme cette préparation eſt de la plus grande utilité au Phyſicien électriſant, je vais l'indiquer de maniere que chacun puiſſe être à portée de fabriquer lui-même ſon amalgame.

On fait diſſoudre dans du mercure une certaine quantité de feuilles d'étain, pour lui enlever ſeulement une portion de ſa trop grande fluidité; de ſorte qu'il en réſulte une eſpece de pâte très-molle, qui s'étend facilement ſous le doigt. On met cet amalgame dans un verre conique, & on verſe par-deſſus quelques gouttes d'huile d'olives: alors on triture le tout avec le doigt. Il s'engendre une craſſe noire qui s'attache au doigt, & aux parois du verre. Lorſque l'un & l'autre ſont très-encraſſés, on verſe l'amalgame dans un ſecond verre: on nettoie le premier avec du papier brouillard, & on s'eſſuie bien le doigt pour recommencer la même trituration dans le ſecond verre. La même craſſe reparoît, mais moins abondante. On reverſe alors l'amalgame dans le premier

premier verre & on continue le même procédé de verre en verre juſqu'à ce qu'il ne s'engendre plus de craſſe ſenſible, & que l'amalgame paroiſſe auſſi clair que de l'argent fondu. Planche XX.

Lorſqu'on veut ſe ſervir de cet amalgame, on a ſoin de bien eſſuyer la glace & les couſſins. On prend alors un peu d'amalgame avec les doigts, & on l'applique ſur la glace, tandis qu'on la fait tourner. On l'applique à la gauche vers les deux couſſins du haut, & à la droite vers ceux du bas & des deux côtés de la glace par le haut & par le bas. Il faut avoir ſoin de renouveler cet amalgame, avant qu'il ſoit tout détruit par le frottement; car à la longue l'étain reſte ſeul adhérent aux couſſins, & dans cet état il raye & dépolit la glace.

Comme dans cette préparation il s'attache de petites parties d'amalgame ſur la ſurface de la glace; il faut avoir ſoin de les enlever avec un linge ſec : ſans cela elles ſeroient autant de conducteurs qui s'empareroient de l'électricité, & qui fourniroient même des étincelles au préjudice de la quantité d'électricité dont le conducteur pourroit ſe charger.

Lorſqu'on veut faire uſage du tabouret A

Planche XX. Fig. 5. (fig. 5.), il faut également avoir soin d'en bien essuyer les pieds; ils prennent très-facilement l'humidité & ils en deviennent d'autant moins propres à isoler. Il ne seroit même pas indifférent de mettre une carte sous chacun des pieds de ce tabouret.

Si on fait quelques expériences, & qu'elles exigent une forte dose d'électricité, & conséquemment qu'on soit obligé de faire tourner pendant long-tems la glace, il faut avoir soin de la laisser reposer ensuite pendant quelque tems; elle s'échauffe par un frottement trop long-tems continué, & lorsqu'elle s'est échauffée à un certain point, elle ne produit presque plus d'effet. Cette observation fournit un problême qui ne paroît pas peu difficile à résoudre.

Veut-on rendre la glace plus électrique & augmenter la quantité de ce fluide dans le conducteur? il ne s'agit, toutes choses égales d'ailleurs, que de la présenter devant le feu & de la faire chauffer même assez fortement. Veut-on débiliter ses effets, & diminuer manifestement la vertu électrique du conducteur? il suffit d'échauffer la glace beaucoup moins que précédemment, en la faisant tourner pendant long-tems entre ses coussins.

PARAGRAPHE SECOND. Planche XX.

Des Appareils dépendans de la machine électrique.

L'ÉLECTRICITÉ ſe manifeſte de différentes manieres, & produit une multitude d'effets que nous allons conſidérer avec tout l'ordre qu'on peut y mettre.

Très-foible anciennement, par rapport à l'inſuffiſance des appareils, la vertu électrique ne ſe manifeſta que par de ſimples attractions & répulſions. On peut conſulter, à cet égard, tous ceux qui ont écrit ſur l'hiſtoire des découvertes électriques, & particuliérement l'Ouvrage d'*Otto de Guérick*, intitulé, *Experimenta nova Magdeburgica.* Si on veut parcourir d'un coup-d'œil rapide la ſuite de ces découvertes, on les trouvera décrites dans notre *Précis hiſtorique & expérimental des phénomènes électriques.* On parvint enfin à la longue, à accumuler aſſez de matiere électrique dans les conducteurs qu'on lui préſenta, pour produire des étincelles & des inflammations, dont nous avons donné le détail dans le même Ouvrage. Vinrent enſuite des expériences plus curieuſes, plus ſurprenantes, qui exciterent l'émulation des Phyſi-

Planche XX.

ciens & qui contribuerent à étendre ſenſiblement la ſphère de nos connoiſſances. On doit ranger à la tête de ces dernieres, *l'expérience de Leyde*, qui nous conduiſit inſenſiblement aux plus grandes découvertes, telles que les analogies qu'on découvrit entre la matiere électrique & celle du tonnerre, entre la même matiere & le magnétiſme. L'eſprit de l'homme, frappé d'un objet qui l'intéreſſe, & naturellement induſtrieux, s'appliqua enſuite à découvrir les applications heureuſes qu'on peut faire de la matiere électrique, & des moyens de rendre ſes phénomènes plus curieux & plus ſurprenans.

Nous indiquerons dans autant de Nombres particuliers, les appareils qui nous ont paru les plus convenables pour ſatisfaire la curioſité du Phyſicien, & pour le mettre à portée de faire obſerver, le plus commodément qu'il eſt poſſible, tous les phénomènes qui ont rapport à cette importante matiere.

NOMBRE PREMIER.

Planche XXI.

Des Appareils propres à démontrer les attractions, les répulſions, la communication & la propogation de la vertu électrique.

PREMIER APPAREIL.

Attractions & répulſions démontrées par les mouvemens d'un fil de lin. Fig. 1.

AB (Pl. XXI, fig. 1.) eſt un crochet de métal auquel on attache un fil de lin, *a b*, *ab*, dont les bouts pendent librement & parallèlement entre eux. On ſuſpend ce crochet à l'une des tiges qui établiſſent une communication entre les grands conducteurs.

USAGE de cet Appareil.

Dès qu'on électriſe les conducteurs, l'électricité tranſmiſe aux deux fils, les met dans un état de répulſion & les fait s'écarter l'un de l'autre à une diſtance plus ou moins éloignée. Cet état de répulſion ſubſiſte tant que les deux fils conſervent leur atmoſphère électrique.

SECOND APPAREIL.

Même effet démontré par pluſieurs fils aſſemblés. Fig. 2.

AB (Pl. XXI, fig. 2.) eſt un crochet ſemblable au précédent, qu'on ſuſpend également à l'une des traverſes des conducteurs. *a b* eſt un faiſceau fait d'une douzaine, plus ou moins, de fil de lin de huit à dix pouces de

Planche XXI. longueur, & noués entre eux par le haut & par le bas.

USAGE de cet Appareil.

DÈS qu'on électrise ces fils, ils tendent également à s'écarter les uns des autres; mais noués vers leurs extrémités, ils ne peuvent se séparer; ils forment alors, par leur écartement, une espece de sphéroïde représenté par la figure indiquée. Si une personne non isolée & non électrisée leur présente le doigt, ils s'y portent avec vîtesse, & ils s'y dépouillent de la vertu électrique qui les retenoit dans leur éloignement.

TROISIEME APPAREIL.

Barbes de plumes qui s'éloignent également les unes des autres. Fig. 3.

ON démonte l'anneau qui est vissé sur la derniere boule du principal conducteur, & on monte à sa place une tige de cuivre A B, (Pl. XXI, fig. 3.) Cette branche porte trois petits ressorts à boudin *ab*, *ab*, *ab*, dans lesquels on implante trois plumes de panache, dont on lie les barbes vers leurs extrémités inférieures, pour en former trois especes de houppes.

USAGE de cet Appareil.

ON électrise le conducteur, & par le même moyen, les plumes qui y sont adaptées. Dès

le moment qu'elles ſont chargées d'électricité, leurs barbes s'écartent les unes des autres & s'épanouiſſent. Si on préſente le doigt vers l'une de ces houppes, les barbes ſe rapprochent & viennent pincer le doigt, s'il ſe trouve aſſez proche. Planche XXI.

QUATRIEME APPAREIL.

Corps légers attirés & repouſſés entre deux platines. Fig. 4.

On ſuſpend une platine de métal A (Pl. XXI, fig. 4.) à une tige C D attachée à l'une des traverſes qui établiſſent une communication entre les grands conducteurs. On place un petit guéridon de métal B E, au-deſſous de la platine ſuſpendue; on met des corps légers, tels que des feuilles d'or hachées, du tabac ſec, de la ſciure de bois, &c. ſur la platine B, & on l'approche à une diſtance convenable de celle qui eſt ſuſpendue, en élevant ou en abaiſſant ſa tige *ab*, qui ſe meut à frottement dans la tige *c*.

USAGE de cet Appareil.

DÈS qu'on électriſe la platine A, elle attire auſſi-tôt à elle les corps légers placés ſur la platine B, puiſqu'ils ſont alors plongés dans la ſphère d'activité de la premiere.

Ces corps attirés par la platine A, en ſont enſuite repouſſés, & ils viennent contre la

Planche XXI. platine B se dépouiller de la vertu électrique qu'ils ont acquise, pour aller aussi-tôt après en reprendre une nouvelle dose contre la platine A, qui les repousse encore; de sorte que ces attractions & ces répulsions alternatives continuent tant qu'on soutient l'électrisation, & que les corps légers ne sont point repoussés de côté au-delà de la platine B.

CINQUIEME APPAREIL.

Danse de pantins effectuée par le même principe. Fig. 5.

ON suspend à l'un des deux grands conducteurs, des tiges de métal AB, AB (Pl. XXI, fig. 5.) Ces tiges sont courbées d'un côté sur la grosseur de ces conducteurs, qu'elles embrassent; elles pendent à quatre pieds au-dessous, & elles se courbent vers le bas en forme de petits arcs terminés par des boules de même métal. Leurs extrémités supérieures sont également terminées par des boules semblables: on les dispose à une distance convenable l'une de l'autre, pour qu'elles puissent embrasser les extrémités d'une tige droite de métal DD, qui se termine également par des boules d'un pouce ou environ de diamètre.

On dispose au-dessous de cet appareil, un guéridon O, surmonté d'une petite tablette FF, au-dessus de laquelle s'élevent deux pou-

pées F G, F G. Sur le haut de ces poupées on voit deux viroles de cuivre qui portent un fil de laiton G G, tendu entre les deux poupées. Planche XXI.

USAGE de cet Appareil.

LA tablette F F étant miſe à une diſtance convenable, & parallèlement à la tige D D, c'eſt-à-dire à cinq ou ſix pouces, on prend avec les doigts & par les pieds, une petite figure H peinte des deux côtés ſur un morceau de papier découpé conformément aux contours de la figure. On électriſe l'appareil, & on fait gliſſer de bas en haut, en commençant par la tête, la figure H; lorſque ſes pieds ſont arrivés à la hauteur du fil G G, on l'abandonne à elle-même vers le milieu de cette tige. Elle eſt néceſſairement attirée par la tige D D qui eſt électriſée; mais preſque auſſi-tôt repouſſée, elle revient ſur la tige G G, contre laquelle elle perd l'électricité qu'elle vient de recevoir. Elle eſt donc attirée de nouveau par la tige D D, pour en être encore repouſſée; de ſorte que ſi on ſoutient l'électriſation, on voit cette figure ſe mouvoir entre ces deux tiges, & aller & venir comme un Danſeur qui parcourt la longueur d'une corde ſur laquelle il fait ſes exercices.

Planche XXI. Cette expérience exige peu d'électricité ; il faut faire tourner très-lentement la glace, ſans cela la figure eſt repouſſée au-delà de l'appareil. Lorſqu'elle eſt parvenue vers l'une des extrémités du fil, il ſuffit de lui préſenter le doigt I, pour l'engager à retourner en arriere & à continuer ſes mouvemens. Cette expérience, quelqu'agréable quelle paroiſſe, ne mérite pas la dépenſe de l'appareil que nous venons de décrire. On la fait plus commodément, & d'une maniere auſſi agréable, en plaçant la petite figure entre les deux platines du quatrieme appareil (fig. 4.).

Fig. 4.

SIXIEME APPAREIL.

Le carillon électrique. Fig. 6. A, B, C (Pl. XXI, fig. 6) ſont trois timbres de différens tons : le premier A & le dernier C, ſont ſuſpendus à des chaînes à dix à douze pouces au-deſſous d'une tige de métal D D, du milieu de laquelle s'éleve un crochet E, terminé par une boule de même matiere. Le timbre du milieu B, eſt ſuſpendu avec une ſoie à la même tige. Ils ſont à quinze à dix-huit lignes de diſtance les uns des autres.

Entre ces timbres pendent deux petites boules de métal *a*, *b*, ſuſpendues à des fils de ſoie. Du centre du timbre du mi-

lieu B, deſcend une chaîne *c d* qu'on peut tenir à la main, ou laiſſer traîner ſur le carreau. Cet appareil s'attache à une tige qui communique avec les grands conducteurs. Planche XXI.

Usage de cet Appareil.

Dès qu'on électriſe les conducteurs, on voit les boules *a*, *b* ſe porter alternativement du timbre qui eſt à chaque extrémité, vers celui du milieu : elles les choquent & elles les font ſonner tant qu'on ſoutient l'électriſation. On voit manifeſtement que la chaîne *c d* eſt faite pour diſſiper la matiere électrique que les boules communiquent au timbre B.

Les expériences que nous venons d'indiquer prouvent non-ſeulement les attractions & les répulſions électriques, mais elles démontrent encore que l'électricité ſe communique, ſe tranſmet & ſe propage avec une grande célérité. En veut-on une preuve particuliére ? l'appareil ſuivant eſt deſtiné à cet effet.

Septieme Appareil.

Appareil fait pour démontrer la rapidité avec laquelle la matière électrique ſe tranſmet à une grande diſtance.

ABCDE (Pl. XXI, fig. 7.) eſt une corde de chanvre attachée par l'une de ſes extrémités à un des grands conducteurs, & à laquelle on fait parcourir pluſieurs fois le contour de la ſalle, en l'attachant de diſtances Fig. 7.

Planche XXI. en distances à de longs fils de soie ; on la ramene enfin vers le milieu de la salle, où on la laisse pendre à quatre ou cinq pieds du carreau. On attache à son extrémité E, une boule de métal de deux pouces ou environ de diamètre, & on dispose à quelques pouces au-dessous, la tablette d'un guéridon G, sur laquelle on place quelques corps légers de même espèce que ceux dont on a fait mention en décrivant le quatrieme appareil.

USAGE de cet Appareil.

On a soin, lorsqu'on veut faire cette expérience, de rendre la corde un peu humide. Pour cela, on la frotte dans toute sa longueur avec une éponge imbibée d'eau. Dès le moment qu'on électrise les conducteurs, on voit aussi-tôt la boule F attirer à elle les corps légers qui sont au-dessous. Quoique cette expérience ne fasse voir qu'imparfaitement l'étendue de la distance à laquelle on peut transmettre la matiere électrique, & la promptitude avec laquelle elle fait observer sa présence à la distance la plus éloignée, elle prouve néanmoins, autant bien qu'il est possible de le faire dans une salle, qu'elle se propage avec une rapidité étonnante à une assez grande distance. On pourra con-

sulter, à ce sujet, notre *Précis historique & expérimental des phénomènes électriques*, ou *l'Histoire de l'électricité de Priſtley*, ou enfin *les Transactions philosophiques de Londres.* Planche XXI.

Cette expérience présente naturellement à l'esprit une question assez importante à résoudre; savoir si l'attraction des corps légers qui a lieu vers l'extrémité de la corde, au moment où l'on fait tourner la glace, est l'effet d'une translation de matier eélectrique qui se transporte en un instant infiniment petit, de cette glace à l'extrémité de la corde. Il y a nombre d'expériences en faveur de cette opinion, mais il y en a d'aussi préciſes, d'aussi concluantes pour l'opinion contraire, dans laquelle on prétend que la matiere électrique qui aborde à l'une des extrémités d'un conducteur, refoule ou pouſse devant elle celle qui appartient naturellement au conducteur; & dans cette hypothèſe l'effet qu'on remarque à l'autre extrémité du conducteur, est dû immédiatement à sa quantité propre d'électricité, & non à celle que l'appareil lui fournit alors.

Planche XXI.

NOMBRE SECOND.

Des Appareils propres à démontrer que la matiere électrique eſt un véritable feu.

PRODUIRE* des étincelles, embraſer & allumer des ſubſtances combuſtibles, ſont des effets qui n'appartiennent qu'à la matiere du feu : or, l'électricité nous offre de ſemblables phénomènes.

PREMIER APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer que la matiere électrique ſe manifeſte par ces étincelles. Fig. 5.

UNE perſonne monte ſur le tabouret décrit (Pl. XX fig. 5.), elle tient à la main une tige de métal qui pend aux grands conducteurs de la machine.

USAGE de cet Appareil.

Dès que l'appareil eſt électriſé, la perſonne qui eſt iſolée ſur ce tabouret, & qui ne peut diſſiper la matiere électrique qui ſe tranſmet juſqu'à elle, contient une quantité ſurabondante de cette matiere. Celle-ci forme une atmoſphère plus ou moins étendue au-delà de cette perſonne. Elle ferme alors la main, & elle préſente la ſeconde phalange de ſes doigts ; une autre perſonne non iſolée en approche la ſeconde phalange de l'un des ſiens, & il naît une étincelle entre l'une &

l'autre, qui s'étend à une diſtance plus ou moins éloignée, ſelon la bonté de la machine, & ſelon que le tabouret iſole plus ou moins parfaitement la perſonne qui eſt deſſus. Il n'eſt aucune partie du corps de la perſonne électriſée, qui ne faſſe obſerver le même phénomène, & les étincelles qui en partent éclatent avec bruit, & font éprouver, à celle qui les donne & à celle qui les reçoit, un ſentiment particulier de douleur momentanée qu'on ne peut guere caractériſer. Planche XXI.

Nous obſerverons ici que chaque fois qu'on ſe propoſe de rendre un corps électrique par voie de communication, il faut avoir ſoin de l'iſoler. On trouvera dans le *Précis hiſtorique & expérimental des phénomènes électriques*, l'origine de cette découverte; comment on apprit que cette condition eſt indiſpenſablement néceſſaire pour la tranſmiſſion du fluide électrique : qu'il nous ſuffiſe de ſavoir ici que, ſans cette précaution, l'électricité tranſmiſe au corps qu'on voudroit électriſer, ſe diſſiperoit dans le réſervoir commun, au lieu de s'accumuler ſur ce corps. Or, il ſera très-bien iſolé, ſi on le ſuſpend à des cordons de ſoie, comme les grands conducteurs de la machine, ou ſi on le poſe ſur des verres, une glace, de

Planche XXI. la réſine & en général ſur toute eſpece de corps qui acquiert la vertu électrique par voie de frottement, parce que ſi ces ſortes de corps reçoivent de l'électricité par communication, ils ne la tranſmettent point au-delà, & conſéquemment ils ſont très-propres à retenir celle qu'on communique aux corps qu'ils ſoutiennent, ou qu'ils ſuſpendent.

On tire des étincelles ſemblables à celles dont nous venons de parler, du conducteur de la machine, des tiges qui y ſont attachées, & en général, de tout corps aſſez fortement électriſé. Mais veut-on démontrer que ces étincelles ont la faculté d'allumer des ſubſtances combuſtibles, on ſe ſert des appareils ſuivans.

SECOND APPAREIL.

Vaiſſeau deſtiné à allumer de l'eſprit-de-vin par une étincelle électrique. Fig. 8.

AB (Pl. XXI, fig. 8.) eſt un petit vaiſſeau de métal plus large que profond dans lequel on verſe quelques gouttes d'eſprit-de-vin.

USAGE de cet Appareil.

IL eſt pluſieurs manieres de faire uſage de cet appareil, lorſqu'on veut allumer de l'eſprit-de-vin : 1°. on ſuſpend à une tige qui communique avec les grands conducteurs, la boule

boule C, ſurmontée d'un crochet D. On tient à la main le vaiſſeau dont nous venons de parler, & on le préſente bruſquement au-deſſous de la boule, de façon que l'étincelle qui part de cette boule, ſe porte vers le milieu du vaiſſeau ſur la liqueur, & non ſur les bords, l'eſprit-de-vin s'allume auſſi-tôt. Planche XXI.

2°. Une perſonne iſolée ſur le tabouret, & qui tient d'une main une tige de métal qui communique aux conducteurs, peut tenir le vaiſſeau de l'autre main. Si une autre perſonne non iſolée, ou qui communique avec la terre, plonge bruſquement & perpendiculairement l'un de ſes doigts dans le milieu du vaiſſeau, elle en tirera une étincelle, & l'eſprit-de-vin s'allumera.

3°. La perſonne non iſolée peut pareillement tenir le vaiſſeau, & le même effet aura lieu ſi la perſonne iſolée & électriſée tire elle-même l'étincelle.

Il faut obſerver ici que, dans toutes ces circonſtances, l'eſprit-de-vin doit être préalablement diſpoſé à l'inflammation; on l'y diſpoſe en faiſant chauffer le vaiſſeau avant d'y mettre la liqueur, ou en l'allumant quelques momens avant de faire l'expérience. Il eſt cependant des circonſtances de tems aſſez favorables aux expériences électriques,

Planche XXI. & des machines qui fourniſſent aſſez d'électricité pour qu'on n'ait pas toujours cette précaution, ſur-tout ſi la liqueur eſt bien déphlegmée. Pour aſſurer le ſuccès de cette expérience, au lieu du vaſe de métal que nous venons de faire connoître, on prend un vaiſſeau de criſtal percé au centre & ſur le fond duquel on maſtique une petite plaque de métal taraudée en deſſous dans l'endroit où elle répond à l'ouverture faite au centre, pour adapter une tige de métal qu'on tient à la main lorſqu'on fait l'expérience. Dans cette diſpoſition l'étincelle électrique eſt obligée de traverſer la maſſe d'eſprit-de-vin, pour ſe porter à la tige de métal, & de-là, dans le réſervoir commun.

Inflammation & détonation de l'éthes. On allume l'éther ſans aucune préparation. Il ſuffit que l'étincelle ſoit aſſez énergique pour cet effet. Il y a plus, ſi l'éther eſt combiné en proportion requiſe avec une maſſe d'air atmoſphérique & retenu dans une capacité d'où il ne puiſſe s'échapper qu'avec effort, non ſeulement il s'allume, mais il brûle ſi promtement qu'il chaſſe avec impétuoſité l'obſtacle qu'on oppoſe à ſa dilatation, & produit une forte détonation; voici de quelle maniere on fait cette expérience :

On fait conſtruire une petite boîte cylindrique de fer-blanc, de deux pouces ou environ de hauteur, de quinze à dix-huit lignes de diamètre, & ſurmontée d'une douille ouverte qu'on bouche avec du liége qu'on y fait entrer à force. Vers le bas de cette boîte, eſt ſoudée une petite virole de même matiere de deux à trois lignes de groſſeur, & d'un demi-pouce de longueur. Cette virole établit une communication du dehors au-dedans de la boîte. On maſtique ſolidement dans cette virole un tube de verre ouvert à ſes deux extrémités, & qui excède de quelques lignes les bords de la virole. On maſtique encore dans ce tube une tige de métal, de laiton, par exemple, qui excède elle même en dedans & en dehors les bords du tube de verre. Cette tige doit arriver en dedans à une ligne ou deux près des parois oppoſées de la boîte, ou du fond, ſi elle eſt placée obliquement. En dehors, elle doit ſe terminer par un bouton ou par un petit anneau. Planche XXI.

On a outre cela une boule creuſe de gomme élaſtique, de deux pouces ou environ de groſſeur, ſurmontée d'un col de quelques lignes de hauteur, & un tube de verre d'environ quatre pouces de longueur, de deux

Planche XXI. à trois lignes de diamètre, & ouvert à ses deux extrémités.

On plonge ce tube dans un flacon qui contient de l'éther, & on le plonge à quatre à cinq lignes de profondeur. La liqueur s'éleve jusqu'à la même hauteur dans l'intérieur du tube, qu'on bouche alors avec le pouce, & par ce moyen on enleve facilement le petit cylindre d'éther. On transporte cette liqueur dans la boule de gomme élastique, & on débouche l'orifice supérieur du tube. L'éther se précipite dans cette boule : cela fait, on en retire le tube, & on renverse l'ouverture de la boîte de fer-blanc sur le col de la boule de gomme élastique. On retourne le tout, de façon que cette boule se trouve en dessus, son col dans la boîte de fer-blanc ; on presse alors modérément la boule avec la main, & une fois seulement. L'éther réduit en air inflammable par la seule chaleur de l'atmosphère, passe, ainsi que l'air commun, dans la boîte de fer-blanc, où il se mêle encore avec l'air atmosphérique dont cette derniere est remplie. On ferme promtement la boîte avec un bouchon de liége, qu'on force dans cette ouverture, & l'air inflammable qui y est renfermé est propre à s'enflammer & à produire la détonation qu'on attend. Pour obtenir cette dé-

tonation, il ſuffit de faire paſſer dans l'in- Planche
térieur de cette boîte la décharge d'une XXI.
petite bouteille de Leyde, car une ſimple étincelle ne produit pas toujours cet effet; la décharge de la bouteille portée contre le bouton de la tige de métal, paſſe au-dedans de la boîte, où elle produit une étincelle pour arriver de cette boîte à la ſurface extérieure de la bouteille, par le moyen d'une petite chaîne qu'on a ſoin d'interpoſer entre elles, & cette étincelle intérieure allume le fluide combuſtible renfermé dans la boîte. Comme il y brûle avec la plus grande rapidité, il chaſſe avec effort le bouchon qui s'oppoſe trop foiblement à ſon expanſion, & il produit à ſa ſortie une forte explosion provenant de la réſiſtance de l'air environnent.

Rallumer une bougie par une étincelle électrique.

On rallume très-bien avec une étincelle électrique, pourvu quelle ſoit aſſez énergique, une bougie qu'on vient d'éteindre, dont la mêche reſte embraſée, & qui fume encore. On place cette mêche entre le conducteur & le doigt qui tire l'étincelle; mais l'expérience ne réuſſit qu'autant que celle-ci traverſe la mêche de la bougie, pour arriver au doigt. De-là, on conçoit que cette expérience manquera toutes les fois que l'é-

Planche XXI. tincelle, mal dirigée, frappera le doigt sans avoir passé par la mêche ; ce qui arrive souvent.

L'inflammation de la poudre à canon est encore un effet du même genre. Elle exige à la vérité une plus grande abondance de matiere électrique : il faut employer le secours d'un appareil qu'on connoît sous le nom de *Batterie Electrique*, ou au moins la décharge d'une très-grande jarre : voici la construction d'une batterie telle que je l'ai d'abord employée.

Planche XXII.

TROISIEME APPAREIL.

La batterie & le chassis pour l'inflammation de la poudre, Fig. 1 & 2.

SUR l'un des deux grands conducteurs, sont suspendues deux tiges de métal A B, A B (Pl. XXII, fig. 1.) elles soutiennent une troisieme tige CC de quarante-deux pouces de longueur, sur laquelle, on remarque quatre petits coudes éloignés de neuf pouces les uns des autres. Ces courbures sont faites pour supporter & retenir en situation quatre tiges de métal *a b*, *a b*, *a b*, *a b*, d'un pied de longueur chacune, terminées supérieurement par des anneaux soudés *a*, *a*, *a*, *a*, & aux extrémités inférieures desquels on attache plusieurs brins de fils de cuivre *b*, *b*, *b*, *b*. Ces tiges pendent au milieu de quatre bocaux

de criſtal ou de verre D, D, D, D. Ces bocaux ont chacun neuf pouces de diamètre & neuf pouces de hauteur : ils ſont tous revêtus intérieurement & extérieurement d'une lame d'étain exactement collée ſur leurs ſurfaces juſqu'à quinze lignes près de leurs bords. Planche XXII.

Ces bocaux ſont renfermés dans une caiſſe de bois E F, de trois pouces de profondeur, & pareillement revêtue en dedans d'une feuille d'étain. Cette caiſſe porte de chaque côté une queue *c d*, qui entre à coulisſe dans la hauteur des pieds G, G; ce qui la rend ſuſceptible de s'élever plus ou moins. On la contient à la hauteur qui convient par des vis de preſſion *f*, *f*; les pieds ſont arrêtés par une traverſe H H qui excède de part & d'autre & qui eſt fixée par des écrous. Sur un des petits côtés de la caiſſe, on remarque une tablette R I qui s'y ajuſte à tenons & à rainure. C'eſt ſur cette tablette qu'on poſe communément les corps qu'on veut ſoumettre à l'exploſion de la batterie.

Au petit côté oppoſé de cette caiſſe & en dedans, eſt fixé un petit anneau, auquel on attache une chaîne. Celui-ci vient entourer ſucceſſivement les bocaux, & doit être ſuffiſamment longue pour pendre juſque ſur le parquet.

Planche XXII. Fig. 2. Pour l'expérience dont il eſt ici queſtion, on poſe ſur un guéridon, l'appareil ſuivant A B (Pl. XXII, fig. 2.) c'eſt une petite tablette A B de dix pouces ou environ de longueur, ſur les extrémités de laquelle s'élevent deux petites poupées C D, E F, de ſix pouces de hauteur, & contenues par le haut avec une bride de cuivre D F. Ces poupées ſont traverſées vers le milieu de leur hauteur par deux vis *a*, *b*, dont l'écrou eſt logé dans l'épaiſſeur des poupées. C eſt une cartouche faite d'une carte roulée ſur elle-même, & dans laquelle on renferme une petite quantité de poudre à tirer : je n'en mets jamais au-delà de ce qu'il en faut pour remplir un eſpace de ſix lignes dans la longueur de cette cartouche. On la bourre de part & d'autre avec deux petites chevilles de métal, terminées extérieurement par deux boules *d*, *e*. Ces boules ſont percées d'un petit trou borgne & fraiſé, qui reçoit de part & d'autre les extrémités des vis *a*, *b*, qu'on ſerre auſſi fortement qu'il eſt poſſible, ſans endommager la cartouche.

Usage de cet Appareil.

Le guéridon & l'appareil qu'il ſoutient, étant placés dans le voiſinage de la batterie,

on établit une communication entre l'une des vis, ſuppoſons *a*, & les bocaux; on ſe ſert pour cela d'une chaîne. On diſpoſe la batterie de maniere que les fils de cuivre qui pendent dans les bocaux, touchent au fond de chacun de ces bocaux, & on électriſe juſqu'à ce qu'on entende de petits éclats qui indiquent ordinairement que la batterie eſt chargée. Il faut un peu d'habitude dans ces ſortes d'expériences, pour ne pas ſe méprendre ſur la charge de la batterie. On entend bien, dès le moment qu'elle ſe charge, des petits frémiſſemens, mais il ſont bien différens de ceux qu'on doit entendre lorſqu'elle eſt ſuffiſamment chargée. S'il eſt imprudent de la ſurcharger & d'attendre ſon exploſion ſpontannée, qui caſſe pour l'ordinaire l'un des bocaux, il ne ſert à rien de la décharger avant qu'elle ait acquis une forte doſe d'électricité : elle ne produiroit point alors l'effet qu'on en attend. Lorſque nous parlerons de l'électromètre de M. *Lane*, nous ferons obſerver l'uſage qu'on en peut faire pour juger, autant qu'il eſt poſſible, de la charge d'une batterie, ou de tout autre vaiſſeau. C'eſt un moyen dont on peut prudemment uſer, lorſqu'on n'eſt pas encore bien habitué à ces ſortes d'expériences.

Planche XXII.

Planche XXII. Lorsque la batterie paroît suffisamment chargée, on prend un excitateur; c'est une
Fig. 3. tige de métal ABC, (Pl. XXII, fig. 3.) tournée en forme d'arc & brisée à charniere vers le milieu, afin qu'on puisse en rapprocher, ou éloigner les deux extrémités A, C, qui se terminent par deux boules de métal. On applique l'une de ces boules contre la vis *b* du chassis qui contient la cartouche
Fig. 2. (fig. 2.), & on dirige l'autre boule du même excitateur contre la boule C de la traverse
Fig. 1. CC (fig. 1.). On tire alors une forte explosion, & la matiere électrique se portant à la surface extérieure des bocaux, comme nous l'expliquerons ailleurs, elle passe à travers la poudre & l'enflamme avec explosion. Ces deux explosions, celle de l'électricité & de la poudre, paroissent tellement simultanées, qu'on n'entend qu'un seul coup.

Nouvelle batterie. On peut simplifier la batterie que nous venons de décrire, la rendre moins volumineuse; & c'est ce que nous avons fait. Nous prenons une caisse de bois, doublée de feuilles d'étain, de trois pieds de longueur, de six pouces de largeur, & autant de profondeur. On ménage sur le bord de cette caisse & tout au tour une feuille sur laquelle repose un couvercle de bois, percé de six trous

ſuffiſamment grands, pour recevoir ſix vaiſ- Planche
ſeaux cylindriques de criſtal de cinq pouces de XXII.
diamètre, & de quinze pouces de hauteur, revêtus en dedans & en dehors de feuilles d'étain, juſqu'à quatre pouces près de leur ouverture. On bouche ces vaiſſeaux avec des morceaux de liége qu'on y fait entrer à force. Sur ces bouchons de liége ſont collés des morceaux de bois tournés en forme de champignon, bien arrondis en tout ſens, ſans moulures, ſans filets, & qui excédent d'un pouce ou environ le bord des vaiſſeaux. Ces bouchons ſont percés pour qu'on puiſſe introduire par chacun une tige de métal de ſix pouces ou environ de longueur, & de deux à trois lignes de groſſeur : chaque tige porte à ſon extrémité qui entre dans le vaiſſeau, une chaîne qui pend ſur le fond, & ſe termine en dehors par une boule de métal d'un pouce de groſſeur & qui excède de quinze à dix-huit lignes la hauteur des bouchons. Ces boules ſont percées latéralement de part en part, pour recevoir une tige de métal qui les traverſe toutes, & excède de chaque côté de trois pouces à peu-près : les extrémités de cette tige ſont également terminées par des boules d'un pouce de groſſeur.

Planche XXII. On met aux deux petits côtés de la caiſſe des mains ou des anneaux de métal pour la porter, & on a ſoin que les vis de ces mains pénetrent en dedans, & touchent à la doublure d'étain. En accrochant une chaîne à l'une ou à l'autre de ces mains, & en la laiſſant pendre par terre, on établit une communication indiſpenſable entre les ſurfaces extérieures des vaiſſeaux qui forment la batterie & le réſervoir commun. Cette ſimple expoſition jointe au détail que nous avons donné de la premiere batterie, & à ce que nous dirons (dans le nombre V) ſur la bouteille de Leyde, ſuffira au Phyſicien & à l'Amateur, pour qu'ils puiſſent ſe ſervir favorablement de cet appareil.

Les expériences que nous venons de décrire, & pluſieurs autres de même eſpece qu'on peut aiſément imaginer, prouvent ſuffiſamment que la matiere électrique eſt un véritable feu.

NOMBRE TROISIEME.

Des Appareils néceſſaires pour faire obſerver les aigrettes électriques & autres phénomènes de même genre.

Il n'eſt pas toujours néceſſaire d'approcher un corps étranger, ſuſceptible de s'élec-

triſer par communication, d'un conducteur ou de tout autre corps chargé d'électricité, pour que le feu électrique ſe manifeſte ; l'abondance de la matiere électrique & la conſtitution ſeule du conducteur, ſuffiſent pour cet effet. Planche XXII.

Les barres de fer quarrées qui faiſoient anciennement l'office du conducteur, étoient très-propres à ces ſortes d'expériences : lorſqu'elles étoient fortement électriſées, & qu'elles étoient dans l'obſcurité, on voyoit s'échapper de leurs angles, des jets de feu électrique qui s'épanouiſſoient à meſure qu'ils s'éloignoient de leur origine. Ces jets formoient des eſpeces de cônes lumineux qu'on déſigna bien ſous le nom d'*aigrettes électriques.*

On imagine bien qu'une pareille diſſipation de matiere électrique nuit à la bonté de l'appareil, & empêche qu'on ne le charge autant qu'il eſt poſſible. C'eſt pour cette raiſon qu'on a ſubſtitué aux barres de fer, des tubes de cuivre bien unis, terminés par des boules de même matiere, & des conducteurs de fer-blanc bien unis & travaillés de maniere que leurs ſoudures ne fuſſent point hériſſées de petites aſpérités. C'eſt pour cette raiſon que j'ai ſupprimé les chaînes dont on

Planche XXII. se servoit pour établir des communications entre les corps qu'on vouloit électriser. Remplies d'aspérités, elles dissipoient dans toute leur longueur une quantité étonnante d'électricité, ce que ne font pas les tiges de métal dont avons parlé plus haut.

Lorsqu'on veut faire observer cette dissipation & les formes différentes sous lesquelles la matiere électrique se dissipe, on se sert des appareils suivans.

PREMIER APPAREIL.

Appareil propre à faire observer les aigrettes. Fig. 4. A B C (Pl. XXII, fig. 4). est une grosse chaîne de fer de l'espece de celles qu'on emploie communément aux tourne-broches; elle est suspendue aux deux traverses qui unissent les deux grands conducteurs, & elle pend à une distance plus ou moins éloignée au-dessous & en forme d'arc.

USAGE de cet Appareil.

Si on électrise les conducteurs, dès que la chaîne est suffisamment chargée d'électricité, il s'échappe de plusieurs de ses mailles une quantité d'aigrettes qui se font voir distinctement dans l'obscurité. Veut-on les rendre plus sensibles & plus grandes? il suffit d'approcher le dos de la main à quelque dis-

tance de la chaîne, & de la promener ainſi d'une extrémité à l'autre de l'arc que forme cette chaîne. Planche XXII.

Une tige de métal montée verticalement ſur la boule poſtérieure du principal conducteur, & terminée par une pointe un peu mouſſe, ou par un trou borgne, percé ſur ſon extrémité ſupérieure, produit une très-belle aigrette qui s'éleve au-deſſus de cette pointe. Elle doit être un peu mouſſe, car ſi elle étoit très-fine, aulieu d'une aigrette, on ne verroit qu'un point lumineux, qu'on peut, à la vérité, regarder comme une aigrette extrêmement petite, & dont les rayons ne ſont point aſſez divergens pour former un pinceau de lumiere. Veut-on s'aſſurer de ce fait? on procéde de la maniere ſuivante.

SECOND APPARIEL. Planche XXIII.

A B (Pl. XXIII, fig. 1.) eſt une tige de cuivre garnie d'acier vers ſon extrémité ſupérieure, & tirée en pointe très-fine; elle eſt montée à vis ſur la boule poſtérieure du principal conducteur. Appareil fait pour démontrer un point lumineux à l'extrémité d'une pointe. Fig. 1.

USAGE de cet Appareil.

SI on électriſe le conducteur, on voit auſſitôt à l'extrémité *B* de cette pointe, un

Planche XXIII. point lumineux qui ſubſiſte tant qu'on ſoutient l'électriſation, & qui ne ſe convertit point en aigrette lorſqu'on approche la main, ou tout autre corps étranger, au-deſſus de la pointe.

Si on en approche la main, on ſent l'impreſſion d'un vent frais qui paroît s'échapper de la pointe, ce qui prouve la diſſipation de la matiere électrique. L'effort que cette matiere fait en s'échappant, ſuffit pour mettre en mouvement des corps très-mobiles qui ſe trouveroient ſur ſon paſſage, & contre leſquels elle exerceroit ſon action. Les appareils ſuivans en fourniſſent une preuve évidente.

TROSIEME APPAREIL.

Appareil propre à démontrer l'effort que la matiere électrique fait en s'échappant par une pointe.

ON place ſur l'extrémité de la pointe AB (Pl. XXIII, fig. 2.) un fil de laiton CD, dont les extrémités terminées en pointes, ſont courbées à angle droit & en ſens contraire *a*, *b*. La tige CD doit être percée d'un petit trou ſur le milieu de ſa longueur, pour ſe tenir en équilibre ſur AB.

Fig. 2.

USAGE de cet Appareil.

SI on électriſe cet appareil dans l'obſcurité, on remarquera deux points lumineux aux

aux extrémités *a*, *b*, & ces deux points décriront un cercle lumineux par la rotation de la tige CD, qui ſera entraînée par l'effort que la matiere électrique fera en s'échappant. Cette expérience faite en plein jour, ne laiſſe point voir les points lumineux ; mais on voit la tige CD qui ſe meut rapidement & circulairement ſur ſon axe. Planche XXIII.

QUATRIEME APPAREIL.

ON ſubſtitue à la tige tournante CD, l'appareil repréſenté (Pl. XXIII, fig. 3.), il eſt compoſé d'une petite châſſe autour de laquelle ſont montées à vis pluſieurs fils de laiton courbés dans le même ſens à leurs extrémités. Autre appareil pour le même effet. Fig 3.

USAGE de cet Appareil.

DÈS qu'on électriſe cet appareil, on voit autant de points lumineux dans l'obſcurité, qu'il y a de pointes, & ces pointes tournant également ſur elles-mêmes, tracent un cercle de feu plus ſenſible que le précédent. Cet appareil tourne moins vîte que la tige CD (fig. 2.) ce qui vient de ſon poids ; mais il eſt facile d'aider ſa rotation : il ne s'agit que d'exciter davantage la diſſipation de la matiere électrique, en approchant le doigt à une petite diſtance des tiges tournantes. En ſuivant ce dernier procédé, on peut faire

Planche XXIII. également tourner un corps beaucoup plus lourd.

CINQUIME APPAREIL.

Balancier chargé de poids que la matiere électrique fait tourner. Fig. 4.

ON poſe ſur la tige A B (Pl. XIII, fig. 4.) une tige de métal C D, beaucoup plus groſſe & plus longue que les précédentes. Cette tige eſt chargée à ſes extrémités de deux boules de même métal & de ſix lignes de diamètre.

USAGE de cet Appareil.

MALGRÉ le poids du balancier C D, on le voit tourner ſur ſon pivot, lorſqu'on électriſe l'appareil, même ſans qu'il ſoit néceſſaire d'approcher le doigt des boules C & D; mais ſi on en approche le doigt, on accélere la diſſipation de la matiere électrique & le mouvement du balancier.

Cette expérience nous a fourni l'idée de la ſuivante, qui eſt aſſez agréable, & que nous avons nommée *artillerie électrique*.

SIXIEME APPAREIL.

Artillerie électrique. Fig. 5.

SUR un cercle de cuivre A B C (Pl. XXIII, fig. 5.) d'un pied de diamètre, & ſoutenu par trois conſoles portées ſur une plaque triangulaire de même métal, s'élevent neuf tiges de cuivre ſurmontées chacune d'une

boule de même matiere & de six lignes de diamètre. Du centre du pied triangulaire de la machine, s'élevent une colonne de verre D, sur laquelle on mastique une virole de cuivre qui porte un pivot; la hauteur de ce pivot doit être telle que le balancier EF semblable au précédent, étant posé dessus, ses deux boules répondent à celles qui terminent les neuf tiges verticales. Tout l'appareil se cale & se met de niveau par trois vis qui traversent les trois extrémités de la base. On attache à l'une de ces vis, une chaîne qui pend par terre, & on pose cet appareil sur la tablette d'un guéridon, ayant soin que cette tablette soit à une hauteur convenable pour que le fil de métal GH, qui établit une communication entre cet appareil & le principal conducteur, soit à peu-près dans une situation parallèle à l'horizon. Ce fil porte d'un côté un anneau: cet anneau entre dans le pivot qui soutient le balancier, & son autre extrémité est coudée pour entrer dans le trou pratiqué sur la boule postérieure du conducteur.

Planche XXIII.

USAGE de cet Appareil.

On a soin de disposer les boules qui surmontent les tiges, de façon qu'elles soient

Planche XXIII. toutes à la même diſtance des deux boules du balancier : ces tiges cédent ſuffiſamment pour cet effet. On électriſe alors l'appareil, & le balancier ſe met en mouvement, mais il peut ſe faire qu'il ſoit également attiré & repouſſé par deux boules, entre leſquelles il ſe trouve. Pour éviter cet inconvénient, on donne d'abord un mouvement de rotation à ce balancier, & il continue à ſe mouvoir & à raiſon du mouvement qu'il a reçu, & à raiſon de celui que l'électricité lui imprime. Or, on conçoit facilement que dans cette rotation, les boules du balancier donnent une étincelle à chaque boule qu'elles rencontrent, & conſéquemment qu'il part dix-huit étincelles à chaque révolution du balancier, ce qui fait un ſpectacle aſſez agréable à voir.

NOMBRE QUATRIEME.

Des Appareils faits pour juger de l'intenſité de la vertu électrique.

On donne le nom d'*Electromètre* à tous les inſtrumens qu'on a imaginés pour juger de l'intenſité de la vertu électrique. S'ils ſont tous fondés, comme on n'en peut diſconvenir, ſur des principes certains, & qui paroiſſent garantir leur exactitude, aucun

cependant ne répond encore aux vues de ſon inſtitution, comme nous l'avons démontré dans notre *Précis hiſtorique & expérimental des phénomènes électriques;* mais ils ſont trop ingénieux pour ne pas les faire connoître : nous en donnerons donc ici une idée ſuffiſante, ainſi que des défauts qu'on peut leur reprocher. Planche XXIII.

PREMIER APPAREIL.

Electromètre de M. Canton. Fig. 6.

AB (Pl. XXIII, fig. 6.) eſt une bouteille de criſtal revêtue extérieurement, d'une ſubſtance métallique, ſelon la méthode du Docteur *Bevis* : elle eſt revêtue intérieurement avec de la limaille de fer ou de cuivre, qui y eſt adhérente par une couche de vernis gras dont on l'a enduite juſqu'à la naiſſance de ſon col. Elle eſt revêtue extérieurement juſqu'à la même hauteur, d'une feuille d'étain qui y eſt exactement collée avec de la colle de farine. Dans cette bouteille & à travers le bouchon de liége qui la ferme, deſcend une tige de cuivre R, terminée inférieurement par des fils de cuivre qui y ſont attachés & qui touchent le fond de la bouteille, & extérieurement par un crochet, au bout duquel eſt viſſé un bouton de même métal & de ſix lignes de diamètre.

Planche XXIII. C D est une colonne de verre mastiquée & assujettie dans un pied de cuivre E, & surmontée d'une virole de même matiere, sur laquelle se monte à vis le crochet F, qui est également de cuivre.

Usage de cet Appareil.

On charge d'électricité la bouteille A B, en comptant le nombre de tours qu'on fait faire à la glace, afin de la charger toujours de la même maniere. Ainsi chargée, on la tient à la main & l'on présente le bouton de son crochet R contre le bout du crochet F, il en part une étincelle. On retire la bouteille & on enleve avec le doigt G, l'électricité que la bouteille a communiquée au crochet F, pour réitérer cette expérience tant que la bouteille est électrisée & peut fournir des étincelles. On juge donc ici de l'intensité de la matiere électrique, par le nombre d'étincelles que cette bouteille peut fournir. Le défaut de cet instrument se présente naturellement à l'esprit. Pendant le tems qu'on emploie à déséléctriser cette bouteille, l'air qui la touche, lui enleve une portion de son électricité. Or, cet effet varie comme la constitution de l'air, & conséquemment on ne peut jamais faire entrer en ligne de compte

ce qu'elle perd de ce côté. Si le suivant paroît plus exact au premier aspect, il s'en faut encore de beaucoup qu'il soit tel qu'il seroit à désirer pour un instrument de cette espece. Planche XXIII.

SECOND APPAREIL.

Electromètre de M. Lane. Planche XX, Fig. 1.

Y (Pl. XX, fig. 1.) est une colonne de bois qui tient au bâtis de la machine électrique, par le moyen d'une coulisse X qui glisse sous la table, & qu'on fixe à une distance connue. La tête de cette colonne est traversée d'une longue vis *u t*, dont on doit connoître la hauteur des pas : ceux de nos machines ont une demi-ligne de hauteur. Cette vis se termine d'un côté par une boule de métal *t* d'un pouce de diamètre, & on voit à son autre extrémité, une rosette de cuivre *u*, divisée en douze parties égales & fixement attachée sur l'arbre de la vis. *z* est une lame de cuivre qui tient à la tête de la colonne, & disposée parallèlement à la vis ; elle est divisée en plusieurs parties sur sa longueur, & chaque division doit répondre exactement à la hauteur des pas de la vis. La colonne est, outre cela, traversée, selon sa longueur, d'un fil de métal dont la partie supérieure touche à la vis *u t*, & dont l'inférieure ré-

Planche XXIII. pond à un anneau *r* qui la touche, & auquel on ſuſpend une chaîne qu'on laiſſe traîner par terre.

USAGE de cet Appareil.

LA boule *t* de l'électromètre étant éloignée à une diſtance connue du principal conducteur RST, & la roſette *u* étant placée à l'origine de la diviſion faite ſur la lame *z*, on fait électriſer le conducteur, & il en part des étincelles qui ſe portent ſur le bouton *t*; on recule progreſſivement ce bouton en faiſant tourner la roſette *u*, & on le recule autant loin qu'il eſt néceſſaire pour arriver à la derniere diſtance à laquelle les étincelles ſe portent. On ajoute alors à la premiere diſtance connue, c'eſt-à-dire, à celle à laquelle on avoit d'abord placé la boule *t* de celle du conducteur, on ajoute la diſtance indiquée par la graduation, & on juge de l'intenſité de la vertu électrique, par la diſtance à laquelle les étincelles s'élancent. On peut meſurer cette diſtance juſqu'à un vingt-quatrieme de ligne, puiſque chaque révolution de la roſette *u* marque une demi-ligne, & que cette roſette étant diviſée en douze parties très-ſenſibles, on peut ne la faire mouvoir que d'une graduation à celle qui l'avoiſine, ce qui

ne fait qu'un douzieme de la révolution de la vis. Tout merveilleux que paroiſſe cet inſtrument, il n'eſt point ſans défauts, outre que la diverſité dans la groſſeur des boules qui terminent le conducteur & l'électromètre, en met dans la diſtance à laquelle l'étincelle ſe porte, il flotte continuellement dans l'atmoſphère de petits duvets qui s'attachent à la boule de l'électromètre, & qui mettent des variations étonnantes d'un moment à l'autre dans la diſtance de l'étincelle. Planche XXIII.

On peut néanmoins ſe ſervir aſſez avantageuſement de cet inſtrument, comme nous l'avons indiqué plus haut, pour connoître le moment où une batterie, ou tout autre vaiſſeau quelconque, ſe trouve ſuffiſamment chargé d'électricité : il prévient par-là les accidens auxquels on eſt expoſé lorſqu'on ſurcharge ces vaiſſeaux. Voici comment on procéde.

Lorſqu'on veut charger une batterie ou un vaiſſeau de tout autre eſpece, on diſpoſe cet électromètre de maniere qu'il tire aſſez facilement l'étincelle du conducteur, & on remarque, lorſque les vaiſſeaux ſont autant chargés qu'ils puiſſent l'être dans cette circonſtance, que l'électricité ayant plus de peine à ſe porter à ces vaiſſeaux qu'à l'élec-

Planche XXIII. tromètre, le conducteur fournit des étincelles à la boule de cet instrument : c'est à ce moment qu'il convient d'exciter la détonation. On continueroit inutilement à faire tourner la glace, il ne s'accumuleroit point une plus forte dose d'électricité sur les vaisseaux. En voici encore une nouvelle espece, qui paroît également très-exacte, mais qui n'est point non plus sans défauts.

TROISIEME APPAREIL.

Nouvel électromètre. Fig. 7. DE la traverse qui unit les deux grands conducteurs, pend une tige de métal A B (Pl. XXIII, fig. 7.) On suspend à cette tige une seconde tige C D qui porte un anneau soudé à l'une de ses extrémités, & dont l'autre se termine en pointe. Cette derniere descend à une ligne près de la surface d'une glace E F, revêtue en dessus & en dessous d'une lame de métal qui s'étend sur sa surface jusqu'à vingt à vingt-quatre lignes de ses bords. De la garniture inférieure de métal part une bande de même métal qui se reploie sur le bord de la surface supérieure de la glace, & qui est éloignée de près de deux pouces de la garniture supérieure. On place sur cette lame une petite tige de métal G fixée sur un pied de même matiere, & qui se termine à

ſon extrémité ſupérieure par une boule de ſix lignes de diamètre. On poſe ſur la garniture une petite figure de métal qui tient à la main un morceau de métal, auquel on donne la forme d'un fuſil ou d'un piſtolet, dont la balle paroît au bout du canon. On meſure exactement la diſtance à laquelle les deux boules, qui doivent ſe trouver dans la même ligne, ſont éloignées l'une de l'autre. *b* eſt un anneau qui tient au cadre de la glace, & qui communique avec la lame de métal qui vient de la garniture inférieure : on attache une chaîne à cet anneau, & on la laiſſe pendre par terre

Planche XXIII.

Usage de cet Appareil.

On électriſe cet appareil & on compte exactement le nombre de tours qu'on fait faire à la glace, juſqu'à ce que l'exploſion ſpontanée ait lieu. Une étincelle part d'elle-même d'une boule à l'autre, & la glace ſe décharge. On juge de la force de l'électricité par le moindre nombre de tous ceux qu'on eſt obligé d'employer pour cette expérience, les choſes étant toujours diſpoſées de la même maniere. Le défaut de cet inſtrument tient, comme dans celui de M. *Canton*, au tems qu'on emploie pour changer la place. Pen-

Planche XXIII. dant ce tems, l'air qui la touche la dépouille d'une portion de l'électricité qu'on lui communique, & ce dépouillement variant, comme la conſtitution de l'air, il n'eſt jamais poſſible de l'eſtimer. Ce défaut eſt cependant moins ſenſible dans cette expérience que dans celle de M. *Canton*; mais le fût-il encore moins? il empêche que l'inſtrument n'ait le degré de perfection qu'il devroit avoir.

Nous n'avons rien dit des électromètres de M. l'Abbé *Nollet*, de MM. le *Roy* & *Darcy*. Auſſi ingénieux ſans contredit que les précédens, ils ont, comme eux, des défauts auxquels on ne peut remédier, & ils ſont ſi peu en uſage, que nous n'avons point cru devoir les décrire pour le ſeul plaiſir de les décréditer. Il en eſt cependant un de même genre dont on fait actuellement uſage, & qui doit ſans doute ſon origine ou l'idée de ſa conſtruction à ceux des célebres Phyſiciens que nous venons de citer; c'eſt celui de M. *Henley*. S'il n'eſt pas à bien des égards plus parfait que ceux qui lui ont donné naiſſance, il eſt beaucoup plus ſimple, & d'un ſervice plus facile.

QUATRIEME APPAREIL.

Planche XXIII. Electromètre de M. Henley Fig. 8.

A B (Pl. XXIII, fig. 8.) est un pilier communément en buis, entouré inférieurement d'une virole de cuivre d'un pouce de hauteur, & qui se termine vers le bas par une vis taraudée de façon quelle puisse se monter sur la boule qui est au bout du conducteur de la machine électrique.

Vers le haut de ce pilier est attaché un demi-cercle d'ivoire gradué CD. Du centre O de ce demi-cercle, pend une tige d'ivoire très-mince, très-légere, très-mobile sur son axe, & faisant fonction d'un pendule. Elle se termine par une petite boule de liége A, qui repose, lorsque l'instrument n'est point électrisé, à côté de la virole de cuivre qui enveloppe le pilier A B.

USAGE de cet Appareil.

LORSQU'ON veut faire usage de cet appareil, on le monte sur la boule du conducteur, à la place de l'anneau, qui y est ordinairement établi; & dès qu'on fait mouvoir la glace, on voit le pendule s'éloigner du pilier. Il en est éloigné autant qu'il lui est possible de l'être, lorsque le conducteur est complettement chargé d'électricité, & on juge de la quantité de fluide électrique qu'il recele

Planche XXIII. par le nombre de degrés interceptés dans l'arc que le pendule a parcouru.

Cet instrument est on ne peut plus sensible; car pour peu qu'on dérobe la moindre portion d'électricité aux conducteurs, on voit le pendule baisser & se rapprocher du pilier A B; ce qu'on peut remarquer facilement en présentant une pointe à une distance plus ou moins proche du conducteur.

Quelque sensible que soit cet électromètre, il n'est point encore aussi parfait qu'il seroit à désirer. L'Abbé *Nollet* en convient de bonne foi, relativement au sien, qui est construit sur le même principe, puisque ce sont deux fils qui s'écartent l'un de l'autre, comme le pendule s'écarte ici du pilier A B. Il faut cependant convenir que c'est le moins imparfait de tous ceux que nous avons décrits : Aussi c'est celui dont on fait actuellement un plus fréquent usage.

Nombre Cinquieme.

Des Appareils nécessaires pour l'Expérience de Leyde, & pour expliquer la théorie de cette Expérience.

L'Expérience de Leyde est trop connue, & fait une époque trop distinguée parmi les découvertes électriques, pour en don-

ner ici l'hiſtoire, que nous avons expoſée dans notre *Précis hiſtorique & expérimental des phénomènes électriques* : qu'il ſuffiſe de rappeler ici que le haſard ſeul produiſit cette belle découverte. Le célebre *Muſchenbroek* vouloit électriſer une maſſe d'eau renfermée dans un bocal dans lequel pendoit une chaîne des conducteurs : il tenoit ce bocal d'une main, & de l'autre il voulut tirer l'étincelle de la chaîne. Il éprouva alors une commotion des plus violentes, qui ſe fit ſentir & dans ſes bras, & dans ſa poitrine. Veut-on néanmoins répéter cette expérience de maniere à ne point avoir à ſe repentir de cette tentative ? on ſe ſert de l'appareil ſuivant. Planche XXIII.

PREMIER APPAREIL. Planche XXIV.

A (Pl. XXIV, fig. 1.) eſt une bouteille de verre à col renverſé qu'on remplit d'eau, de menu plomb, ou dont on enduit la ſurface intérieure avec de la limaille de fer & du vernis gras, dont on empâte cette ſurface juſqu'aux deux tiers, ou aux trois quarts de ſa hauteur. Fermée avec un bouchon de liége, on y fait pénétrer une tige de cuivre *a b*, garnie vers le bas de pluſieurs fils de cuivre, lorſqu'elle eſt enduite de limaille de fer. Bouteille pour l'expérience de Leyde. Fig. 1.

Planche XXIV. Cette tige de métal se termine au-dehors par un arc, à l'extrémité duquel on voit une boule *c* de même matiere.

Usage de cet Appareil.

On tient cette bouteille dans la main, & on approche la boule *c* du principal conducteur ; on fait tourner la glace, & la bouteille se charge d'électricité.

1°. Si la personne qui tient à la main cette bouteille excite l'étincelle de l'autre main, en approchant le doigt de la boule *c*, elle décharge la bouteille & elle reçoit une commotion plus ou moins forte qui se fait sentir dans les deux bras.

2°. Le même effet a lieu si cette personne donne la main à une seconde, celle-ci à une troisieme, & ainsi de suite. Quel que soit le nombre des personnes qui composent cette chaîne, toutes éprouveront la même commotion, si la derniere vient à tirer l'étincelle, en approchant le doigt ou tout autre corps susceptible de s'électriser par communication, de la boule *c*.

3°. Si, chargée d'électricité, on pose cette bouteille sur une table, on n'éprouvera qu'une foible commotion, si on se contente de toucher d'un doigt seulement le ventre

ou

ou l'extérieur de la boureille, & qu'on excite Planche
l'étincelle de l'autre main : on la recevra plus XXIV.
forte ſi on touche l'extérieur de la bouteille de deux doigts : plus forte encore ſi on la touche de trois ou quatre doigts : obſervation importante, qui jette beaucoup de jour ſur la théorie de cette bouteille, qu'on trouvera ſavemment expoſée dans l'excellent Ouvrage de M. *Franklin*, & que nous avons développée fort au long dans notre *Précis hiſtorique & expérimental des phénomènes électriques*. On y apprendra qu'une bouteille, quelque chargée qu'elle ſoit d'électricité, n'en contient cependant point au-delà de la doſe quelle contient naturellement, parce qu'à proportion que l'une de ſes ſufaces, l'intérieure, ſe charge d'une nouvelle doſe d'électricité, ſa ſurface oppoſée, l'extérieure, perd & abandonne au réſervoir commun une quantité ſemblable de l'électricité qu'elle contient naturellement ; d'où il ſuit que lorſqu'une bouteille eſt fortement électriſée, il y a une ſurabondance de fluide électrique accumulée ſur l'une de ſes ſurfaces, & un déchet proportionné de même fluide dans la ſurface oppoſée. De-là, on conçoit que ſi on touche d'une main à la ſurface extérieure d'une bouteille, & de l'autre à ſa ſur-

Planche XXIV. face intérieure, en approchant le doigt de son crochet, on rappelle à la surface extérieure, une quantité d'électricité semblable à celle dont elle s'est dépouillée : ce fluide passant alors, avec la plus grande rapidité, à travers le corps de la personne qui rétablit cet équilibre, elle éprouve une commotion plus ou moins forte, proportionnée à la quantité d'électricité qu'elle met en jeu, & à la sensibilité de ses fibres.

Cette expérience réussit également avec une lame de verre, une glace revêtue d'étain sur ses deux surfaces ou de toute autre substance métallique, & ce fut ce qui donna lieu à M. *Franklin* d'imaginer le tableau magique.

Second Appareil.

Le tableau magique. Fig. 2. On arrête dans une bordure ABCD (Pl. XXIV, fig. 2.) une glace *abcd*; un verre blanc un peu épais produit le même effet. On recouvre le verre d'une feuille d'étain qu'on colle exactement sur ces deux surfaces, jusqu'à dix-huit à vingt lignes près des bords, qui doivent être bien nets & bien essuyés lorsqu'on veut faire l'expérience. On prend une estampe, un portrait de la grandeur du verre; on en coupe les bords tout autour,

de façon que le milieu qu'on enleve soit de mêmes dimensions que la lame d'étain qui recouvre la surface du verre. On colle cette portion de l'estampe sur la garniture d'étain ; la lame métallique se trouve alors cachée, & les bords du verre restent à découvert. On colle sur la partie opposée & tout autour de la garniture d'étain, les bords enlevés de l'estampe, de façon qu'ils se rapportent aux parties d'où ils ont été enlevés. Les bords du verre ne sont donc plus à découvert que du côté de la figure ; ou sur la surface antérieure du verre. On colle par derriere une bande d'étain *e* qui vient de la garniture ou de la lame d'étain qui recouvre le verre de ce côté, & on amene cette bande sur le bord A B du cadre, de façon qu'elle touche à l'anneau *g*. On met un carton qui recouvre toute la surface postérieure, & on le retient dans la bordure, ainsi que le verre, par des bandes de papier collées ; car il faut avoir soin d'exclure de cet appareil, les pointes de fer dont on se sert communément pour arrêter les verres dans leurs cadres. Planche XXIV.

USAGE de cet Appareil.

ON pose ce tableau sur une table ; l'estampe étant en dessus, on accroche une chaîne à

Planche XXIV. l'anneau *g*, & on la laiſſe pendre ſur le plancher. On amene du conducteur une tige de métal qui ſe termine en pointe & qui vient à une demi-ligne près de l'eſtampe, & on électriſe. Le tableau, ou mieux la glace, ſe charge d'électricité : lorſqu'elle eſt bien électriſée, on conçoit qu'elle produit l'effet d'une bouteille de Leyde, qu'elle donne une commotion, ſi on touche d'une main à l'anneau *g* ou à la bande d'étain *e*, & de l'autre à tout point quelconque pris ſur toute l'étendue du portrait.

Pour rendre cette expérience plus ſurprenante & un peu magique, M. *Franklin* fit coler une bande d'étain ſous la partie A B de la bordure : tout le côté A B communiquoit, par ce moyen, par l'intermède de la bande *e*, avec la garniture poſtérieure de la glace, & conſéquemment il ſuffiſoit de tenir le cadre par un des points du côté AB, pour recevoir la commotion, tandis que quiconque le prenoit par-tout autre point pris ſur l'un des trois autres côtés de la bordure, pouvoit impunément toucher de l'autre main à l'eſtampe, ſans recevoir de commotion. Il faut lire dans l'Ouvrage de ce célebre Phyſicien, le détail de cette expérience ingénieuſe, qu'il appelle l'*expérience des Conjurés.*

Veut-on démontrer que la ſurface inté- Planche
rieure d'une bouteille ne ſe charge d'électri- XXIV.
cité qu'autant que ſa ſurface extérieure ſe dépouille de celle qu'elle contient naturellement? voici l'appareil dont je me ſers.

TROISIEME APPAREIL.

Appareil propre à démontrer de quelle maniere une bouteille ſe charge d'électricité

LA bouteille B (fig. 3.), ſemblable à la précédente, mais revêtue extérieurement juſqu'aux trois quarts de ſa hauteur, d'une feuille d'étain bien collée ſur ſa ſurface, eſt garnie intérieurement de limaille de fer, afin qu'elle ſoit plus légere. Je la ſuſpends par ſon crochet à une tige de métal qui pend de mes conducteurs; elle eſt alors iſolée & elle ne communique point avec le réſervoir commun. Fig. 3.

USAGE de cet Appareil.

Je fais électriſer mes conducteurs, & quelqu'effort que faſſe la matiere électrique pour ſe porter à la bouteille, celle-ci ne peut ſe charger. On le prouve aiſément en détachant cette bouteille; on ſe ſert, pour cet effet de deux tubes de verre A B, C D (fig. 4.) qu'on fait paſſer ſous le col renverſé de cette bouteille, & avec leſquels on la place ſur une table. Quelqu'un la prend alors à Fig. 4.

Planche XXIV. la main, & portant l'autre main à la boule qui termine son crochet, il n'éprouve aucune commotion. Cette bouteille ne peut donc se charger d'électricité intérieurement, lorsque sa surface extérieure est isolée, & ne peut rendre au réservoir commun la quantité d'électricité dont elle est naturellement munie.

Il n'en arriveroit point ainsi, la bouteille se chargeroit très-bien & donneroit une commotion, si, répétant la même expérience avec les mêmes précautions, on accrochoit une chaîne (fig. 5.) à un petit anneau qui est mastiqué sous le cul renfoncé de la bouteille, & que cette chaîne pendant par terre, établit une communication entre le réservoir commun & la surface extérieure de la bouteille.

Fig. 5.

Veut-on démontrer qu'elle ne se charge intérieuremeut qu'à proportion qu'elle se dépouille extérieurement?

Placez cette bouteille B sur un support de verre I (fig. 6.) de maniere que l'anse de son crochet soit à six ou sept lignes d'une petite boule K suspendue à une tige de métal qui tient aux grands conducteurs, & la bouteille sera isolée : électrisez l'appareil, & la bouteille restant dans cette état, ne recevra

Fig. 6.

aucun ſigne d'électricité de la boule K ; mais Planche
ſi vous approchez le doigt D de la ſurface XXIV.
extérieure de cette bouteille, il en partira une étincelle, & on en verra auſſi-tôt une autre qui s'élancera de la boule K, tombera ſur le crochet & ſe portera à l'intérieur de la bouteille. En répétant pluſieurs fois cette expérience, vous parviendrez à charger la bouteille & à la rendre propre à donner la commotion. Elle ne ſe charge donc intérieurement d'électricité, que dans la même proportion qu'elle ſe dépouille extérieurement de ſa quantité naturelle de matiere électrique.

La quantité d'électricité qui s'échappe de la ſurface extérieure de cette bouteille étant recueillie par une autre bouteille, ou même par une perſonne iſolée, peut ſervir à charger l'une & l'autre d'électricité.

Si une perſonne montée ſur le plateau tient à la main une bouteille de l'eſpece de celles dont nous venons de parler, & qu'elle approche le crochet de cette bouteille du principal conducteur, tandis qu'on électriſe, la bouteille ſe chargera intérieurement d'une quantité ſurabondante de matiere électrique ; ſa ſurface extérieure ſe dépouillera dans la même proportion, & la perſonne recueillant

Planche XXIV. la doſe d'électricité qui s'échappera de la ſurface extérieure, ſera tellement électriſée, qu'elle fournira des étincelles à ceux qui préſenteront le doigt. Malgré cela, la bouteille demeurera chargée & propre à donner la commotion.

Veut-on charger une ſeconde bouteille du feu qui s'échappe de celle qu'on électriſe immédiatement au conducteur ? l'appareil ſuivant eſt on ne peut plus ſimple.

QUATRIEME APPAREIL.

Appareil fait pour charger une bouteille de l'électricité qui s'échappe d'une autre. Fig. 7.

A (Pl. XXIV, fig. 7.) eſt une bouteille ſemblable aux précédentes & ſuſpendue à une tige qui communique avec les grands conducteurs. B eſt une ſeconde bouteille accrochée ſous le cul renfoncé de la premiere. C'eſt une chaîne attachée au crochet qui eſt maſtiqué ſous la ſeconde.

USAGE de cet Appareil.

Si on électriſe les conducteurs, la bouteille A ſe chargera de l'électricité que ces conducteurs lui apporteront, & la bouteille B, dont la ſurface extérieure peut ſe dépouiller de ſa quantité naturelle d'électricité par l'intermède de la chaîne, ſe chargera de la matiere électrique dont la ſurface extérieure de la bouteille A ſe dépouillera, &

elles ſeront l'une & l'autre également pro- Planche XXIV.
pres à donner la commotion.

Veut-on voir avec la derniere évidence que la ſurface extérieure d'une bouteille ſe dépouille de la quantité naturelle de matiere électrique à proportion que ſa ſurface oppoſée en acquiert une doſe ſurabondante ? l'appareil ſuivant eſt deſtiné à cet effet.

CINQUIEME APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer manifeſtement que la ſurface extérieure d'une bouteille ſe dépouille de ſa quantité naturelle d'électricité lorſque ſa ſurface oppoſée en reçoit une doſe ſurabondante. Fig. 8.

A (Pl. XXIV, fig. 8.) eſt une bouteille garnie intérieurement de limaille de fer ou de cuivre, & extérieurement d'une poudre brillante & métallique qu'on nomme *avanturine*. Cette poudre y eſt attachée par une couche de vernis gras. Cette bouteille eſt ſuſpendue par ſon crochet à une tige B C de métal qui communique aux deux grands conducteurs. On maſtique ſous le cul de la bouteille un crochet, & on recouvre toute cette partie d'une lame d'étain dont on borde le bas de la bouteille. On ſuſpend au crochet une chaîne, au bout de laquelle on attache un excitateur E, fait d'une tige de métal courbée en forme de C, & terminée par une boule. On tient à la main cet excitateur.

Planche XXIV.

USAGE de cet Appareil.

ON ſait, & nous le ferons obſerver ailleurs, que l'électricité étincelle dans toutes les ſolutions de continuité qu'elle rencontre en parcourant l'étendue d'un conducteur. Si on électriſe donc cette bouteille, à meſure que l'électricité abordera à ſa ſurface intérieure, l'extérieure ſe dépouillant dans la même proportion, on verra des étincelles qui éclateront entre toute les petites parties métalliques, & ces étincelles repréſenteront, par leur nombre & leur continuité, de petits rameaux de lumiere. Si lorſqu'elle eſt chargée d'électricité on vient à exciter l'exploſion, en approchant le bouton E de l'excitateur du crochet de la bouteille, la matiere électrique refluant en totalité à la ſurface extérieure de la bouteille, celle-ci paroîtra toute couverte de lumiere.

On peut encore démontrer cette vérité avec l'appareil ſuivant.

SIXIEME APPAREIL.

Appareil qui confirme la circulation de la matiere électrique relativement aux deux ſurfaces d'une bouteille. Fig. 9.

A (Pl. XXIV, fig. 9.) eſt une bouteille ſemblable aux précédentes : elle eſt revêtue intérieurement & extérieurement d'une enveloppe métallique. La tige de métal *a b*, qui pénétre dans ſon intérieur, eſt ſurmontée

d'une boule *c* de même matiere & d'un pouce ou environ de diamètre. E F eſt une eſpece d'excitateur briſé, mais dont les extrémités ſe terminent en pointes un peu mouſſes. Planche XXIV.

USAGE de cet Appareil.

ON place cette bouteille ſur un ſupport de verre pour l'iſoler; on diſpoſe au-deſſus de la boule *c*, une pointe de métal pendante à l'un des conducteurs & éloignée de cinq à ſix lignes de cette boule. On approche de la ſurface extérieure de la bouteille, & à la même diſtance, l'une des pointes de l'excitateur E F. L'obſcurité étant bien faite, ſi on électriſe le conducteur, on voit une aigrette électrique qui s'échappe de la pointe ſuſpendue, & dont la baſe vient gagner la boule *c* & charger intérieurement la bouteille. On remarque en même tems un point lumineux à la pointe de l'excitateur, qui ſe trouve dans le voiſinage de la ſurface extérieure de cette bouteille.

Or, on démontre que la matiere électrique qui s'échappe d'un conducteur pointu ou anguleux, s'en échappe ſous la forme d'une aigrette, tandis que l'électricité qu'une pointe ſoutire d'un conducteur chargé, produit un point lumineux au bout de la pointe par

Planche XXIV. laquelle elle entre. Il s'enſuit donc que dans l'expérience précédente la pointe ſuſpendue au-deſſus de la bouteille fourniſſoit à cette bouteille la matiere dont elle ſe chargeoit, & que la pointe de l'excitateur tiroit de ſa ſurface extérieure la matiere électrique qui y réſidoit naturellement. Si on continue à électriſer cette bouteille, les phénomènes diſparoiſſent dès qu'elle eſt complettement chargée. Dans cet état, on la retire de deſſous la pointe qui pend au conducteur, & la laiſſant toujours iſolée, on diſpoſe l'excitateur de maniere que l'une de ſes pointes réponde à la boule *c*, l'autre reſtant dans le voiſinage de ſa ſurface extérieure. Alors le phénomène change, aulieu d'une aigrette, on ne voit plus qu'un point lumineux à la pointe E, & aulieu d'un point lumineux tel qu'on l'obſervoit en F, il y paroît une aſſez belle aigrette, en ſuppoſant toutefois que les pointes E & F ſont à une diſtance convenable : mais on la trouve facilement avec un peu d'attention. Il paroît donc alors que la matiere électrique s'échappe de la ſurface intérieure par la boule, & arrive à la ſurface extérieure par la pointe F.

Veut-on encore une nouvelle preuve bien propre à confirmer la théorie de *Franklin*

ſur la diſpoſition des deux états différens dans leſquels les ſurfaces d'une bouteille de Leyde ſe trouvent lorſqu'elle eſt chargée d'électricité ? l'appareil ſuivant eſt on ne peu plus ſatisfaiſant. Planche XXIV.

SEPTIEME APPAREI.

Appareil qui démontre le même phénomène d'une autre manière. Fig. 10.

A B (Pl. XXIV, fig. 10.) eſt une bouteille de criſtal longue & cylindrique, revêtue intérieurement juſqu'à un pouce ou deux près de ſon col, d'une matiere métallique, de limaille de fer ou de cuivre, & garnie extérieurement de deux bandes d'étain parfaitement ſemblables dans leurs dimenſions ; l'une A, vers le haut & au nivau de la garniture intérieure, & l'autre B, vers le bas de la bouteille. Ces deux bandes ſont ſéparées par un eſpace C non recouvert & large de cinq à ſix pouces. Cette bouteille eſt, outre cela, munie d'une tige de métal D ſemblable à celle d'une bouteille de Leyde.

USAGE de cet Appareil.

POUR bien caractériſer les effets que nous nous propoſons de développer, nous indiquerons par *a* & *b* les deux portions de la ſurface intérieure de cette bouteille, qui répondent, l'une *a*, à la partie extérieure A,

Planche XXIV. revêtue d'étain, & l'autre *b*, à la partie également extérieure B, revêtue de la même maniere. Cela posé,

Supposons, 1°. que l'on tienne à la main, ou qu'on fasse communiquer avec le réservoir commun la surface B, & qu'on approche le crochet D d'un conducteur qu'on électrise, l'électricité s'accumulera sur la surface intérieure *b*, de sorte que la bouteille sera totalement déchargée ensuite, si on pose l'une des extrémités d'un excitateur sur un des points de la surface B, & qu'on tire l'étincelle de la tige D avec l'autre extrémité du même excitateur.

2°. Si on répete la même expérience, & qu'on électrise de la même maniere cette bouteille, on obtiendra une étincelle en portant l'un des bouts d'un excitateur sur la lame d'étain B, & l'autre sur la lame A, & alors les deux surfaces *a*, *b* seront chargées d'électricité; de sorte qu'on pourra exciter deux commotions, l'une en posant le bout de l'excitateur sur la lame B, pour tirer l'étincelle de la tige D, & la seconde en plaçant le même excitateur sur la lame A, & en tirant également l'étincelle du même fil de métal; mais chacune de ces deux commotions n'aura que la moitié de l'énergie de celle qu'on aura

excitée dans la premiere expérience, en ſup- Planche
poſant toutefois que la bouteille aura été XXIV.
électriſée de la même maniere dans les deux expériences.

Dans le premier cas, la ſurface extérieure B étant la ſeule qui puiſſe ſe dépouiller de ſa quantité naturelle d'électricité, il n'y a que la portion intérieure *b* qui puiſſe ſe charger de l'électricité qui y aborde, puiſque la garniture intérieure ne fait préciſément que l'office de conducteur. La bouteille doit donc être entiérement déchargée, lorſq'uon met ces deux ſurfaces en communication.

Dans le ſecond cas, la bouteille étant chargée de la même maniere, la ſurface *b* eſt électriſée poſitivement & B négativement, tandis que les ſurfaces A, *a* demeurent dans leur état naturel; mais dès qu'on approche les deux extrémités du même excitateur des ſurfaces B & A, ces deux ſurfaces étant égales, la derniere A tranſmet à la ſurface B la moitié de ſon électricité naturelle; tandis que la ſurface intérieure *b* communique à la ſurface *a* la moitié de la charge qu'elle vient de recevoir. Les deux ſurfaces *b* & *a* ſont donc électriſées poſitivement, tandis que les ſurfaces B & A le ſont négativement, & la bouteille peut donner, & donne effectivement, deux commotions.

Planche XXIV. 3°. si on répéte la même expérience, si on charge la bouteille de la même maniere que précédemment, & qu'après avoir fait communiquer les deux surfaces B & A pour distribuer la charge entre les deux surfaces *b* & *a*, on excite une commotion en portant l'excitateur de la surface A au fil de métal D, les deux surfaces A, *a* reviendront en leur état naturel d'électricité; mais les deux surfaces B, *b* demeureront, la premiere électrisée négativement, & la seconde positivement; de sorte qu'on pourra encore reproduire le même phénomène dont nous venons de parler.

On aura donc encore une étincelle en portant les bouts de l'excitateur de la surface B à la surface A, & la bouteille deviendra encore propre à donner deux commotions; mais elles n'auront chacune que le quart de l'intensité de la commotion principale, qu'on excite en déchargeant en une seule fois la bouteille. Cette expérience peut se réitérer plusieurs fois de suite & assez sensiblement, en supposant que la surface *b* puisse se charger d'une assez grande dose d'électricité.

Nous croyons devoir faire observer à ceux qui voudront répéter & modifier cette expérience, qu'on ne doit point diminuer l'espace

l'espace qui sépare les deux garnitures A & B; Planche
il seroit même plus avantageux d'augmenter XXIV.
l'étendue de cet espace : car lorsque le fluide électrique s'est accumulé jusqu'à un certain point sur la surface *b*, il fait effort pour se transmettre à la surface *a*, & on voit alors une étincelle qui se jette de la surface A à la surface B, & la bouteille se trouve alors chargée plus ou moins sensiblement sur ses deux surfaces *b* & *a*.

4°. La bouteille étant encore électrisée & toujours de la même maniere, si on la pose sur un support de verre pour la saisir par le fil de métal D, elle restera dans le même état d'électricité ; sa surface *b* sera électrisée positivement, & son opposée B négativement. Si on approche alors la surface A du conducteur qu'on électrise, cette derniere s'électrisera positivement ; tandis que l'opposée *a* se dépouillera de sa quantité naturelle d'électricité, & conséquemment s'électrisera négativement. L'opération finie, les deux surfaces A & B seront dans deux états opposés d'électricité. Placez alors cette bouteille sur un support de verre, & présentez successivement un corps léger suspendu par une soie à la surface A & à la surface B, mis en répulsion par la surface A, il sera attiré ensuite

Planche XXIV. par la ſurface B ; & cet effet alternatif aura lieu & ſe continuera tant que ces deux ſurfaces ſeront dans deux états oppoſés d'électricité.

On peut modifier de quantité de manieres différentes ces ſortes de phénomènes ; nous n'avons indiqué que les principaux pour mettre ſeulement ſur la voie ceux qui deſireront s'occuper de ſemblables recherches, & ſe perſuader de plus en plus de la vérité de la théorie de M. *Francklin.*

Lorſqu'une bouteille eſt chargée d'électricité, & qu'elle eſt propre à donner la commotion, ſa ſurface intérieure contient donc plus que ſa quantité naturelle d'électricité, & ſa ſurface extérieure en contient proportionnellement moins. Ce ſont ces deux états différens que M. *Francklin* appelle *électricité poſitive & électricité négative*, & ſur leſquels le Phyſicien ne peut trop inſiſter.

Veut-on démontrer que les deux ſurfaces d'une bouteille ſont dans deux états bien différens d'électricité lorſqu'elle eſt chargée ? il ſuffit de faire voir que l'une des deux attire le même corps léger que l'autre repouſſe, & l'appareil eſt encore fort ſimple.

HUITIEME APPAREIL.

Planche XXV.

Appareil fait pour démontrer que les deux ſurfaces de la bouteille de Leyde ſont dans deux états différens d'électricité. Fig. 1.

A (Pl. XXV, fig. 1.) eſt une bouteille garnie extérieurement d'étain, à travers le bouchon de laquelle on fait paſſer une tige de métal qui communique avec la ſurface intérieure de cette bouteille par pluſieurs fils de cuivre, & qui eſt ſurmontée d'une petite platine de cuivre. *a b* eſt une zone de métal qui embraſſe l'extérieur de la bouteille, & d'où part une autre tige de métal *a c*, pareillement ſurmontée d'une platine D. Ces deux platines doivent être éloignées à la diſtance de quinze à dix-huit lignes. F eſt un ſupport auquel on accroche un fil de ſoie, d'où pend un petit bouton de métal *e* qui tombe entre les deux platines. Depuis quelques années nous avons ſubſtitué deux timbres à ces deux platines, & l'expérience en eſt plus agréable.

USAGE de cet Appareil.

On électriſe la bouteille A de la même maniere que ſi on vouloit faire l'expérience de Leyde; on la poſe enſuite ſur un ſupport de verre, & on voit le petit bouton de métal *e*, aller alternativement d'une platine à l'autre, tant que la bouteille demeure élec-

Planche XXV. triſée. Cet appareil devient encore plus agréable, lorſqu'on ſubſtitue deux timbres aux deux platines de métal. Le bouton de métal *e* les fait ſonner pendant tout le tems de l'expérience.

Veut-on démontrer que lorſqu'une bouteille eſt chargée d'électricité & qu'elle eſt propre à faire éprouver la commotion, toute la charge d'électricité réſide dans ſa ſurface intérieure ? l'appareil ſuivant eſt deſtiné à cet effet.

NEUVIEME APPAREIL.

Appareil deſtiné à l'analyſe de la bouteille de Leyde. Fig. 2.

RIEN de plus ſimple que cet appareil ; deux bouteilles ſemblables & non garnies A & B (Pl. XXV, fig. 2.) un entonnoir de verre C, dont la queue ſoit un peu large, un flacon D rempli de menu plomb, un ſupport de verre E, & un crochet de métal F paſſé dans un bouchon qui entre aſſez librement dans le col des deux bouteilles, pour qu'on puiſſe aiſément l'y mettre & l'en ôter, ſont tout ce qu'il faut pour cette belle expérience.

USAGE de cet Appareil.

LA bouteille A, garnie de menu plomb & de ſon crochet F, étant bien électriſée, placez-la ſur le ſupport de verre E ; vous en

ôterez alors facilement le crochet ſans recevoir de commotion. Saiſiſſez le ventre de cette bouteille d'une main, & mettez à ſa place la bouteille B, vide & non électriſée; mettez dans cette derniere l'entonnoir C & verſez dedans le menu plomb renfermé dans la premiere : celle-ci étant vide, gardez-la pour le beſoin. Poſez le crochet dans la bouteilleB ; ſaiſiſſez-la enſuite par ſon ventre, & touchez de l'autre main le crochet, vous n'éprouverez aucun ſigne d'électricité. Planche XXV.

Reprenez alors la premiere bouteille A qui eſt vide, remettez-la ſur le ſupport de verre E, & mettez-y l'entonnoir C, pour la remplir avec le plomb du flacon D qui n'eſt point électriſé. Cela fait, garniſſez cette bouteille du crochet F; ſaiſiſſez-la enſuite par ſon ventre & approchez l'autre main du crochet; la bouteille vous fera alors éprouver une commotion d'autant plus forte qu'elle aura été plus chargée d'électricité, & que vous aurez employé moins de tems à faire ces différentes opérations.

Il eſt encore nombre d'expériences faciles à imaginer, qui tendent toutes à confirmer la même théorie, & pour leſquelles les appareils que nous avons décrits ſont ſuffiſans.

Planche XXV.

NOMBRE SIXIEME.

Des Appareils faits pour démontrer l'analogie entre la matiere électrique, celle du tonnerre & le magnétisme.

TOUT le monde connoît les principaux effets du tonnerre, ceux par lesquels il se manifeste dans l'atmosphère, ceux qu'il produit communément, lorsque se précipitant des nuées, il vient se perdre dans notre globe. Or, on peut, à l'aide des appareils suivans, démontrer que l'électricité accumulée jusqu'à un certain point, peut produire entre nos mains les mêmes effets.

Les étincelles qui partent d'un conducteur, lorsque la machine est forte & que le tems est favorable, représentent, on ne peut mieux, les éclairs qui percent la nue & qui sillonnent dans l'atmosphère une trace de feu irréguliere. Mais pour les imiter plus parfaitement encore, on peut placer un des bocaux qui font partie de la batterie (Pl. XXII, fig. 1.) à quelques pieds de distance au-dessous des grands conducteurs, & laisser pendre de ceux-ci une chaîne qui transmette l'électricité dans l'intérieur de ce bocal. Celui-ci doit être entouré extérieurement d'une autre chaîne à l'extrémité de laquelle on ac-

Pl. XXII. Fig. 1.

croche l'excitateur E (Pl. XXIV, fig. 8.) qu'on tient à la main. Si le bocal étant bien chargé, on excite l'exploſion en approchant la boule E de l'excitateur, au haut de la chaîne qui vient au bocal, on voit alors une multitude de lames de feu qui s'élancent des anneaux de cette chaîne & qui repréſentent aſſez bien le feu d'un éclair. Nous avons donné, dans notre Précis hiſtorique, une idée ſuffiſante de l'opinion ingénieuſe de M. *Baudouin*, ſur la formation des éclairs. Veut-on d'autres moyens très-propres à repréſenter ce phénomène ? en voici quelques-uns, qui méritent de trouver ici leur place.

Planche XXV. Pl. XXIV. Fig. 8.

PREMIER APPAREIL.

AB (Pl. XXV, fig. 3.) eſt un tube de verre de ſept à huit pouces de longueur. Il eſt maſtiqué par un de ſes bouts dans une virole de cuivre ſurmontée d'un crochet C. Il eſt entouré en forme d'hélice d'une bande de papier doré.

Appareil fait pour démontrer que la matiere électrique étincelle dans toutes les ſolutions de continuité qu'elle rencontre dans un conducteur. Fig. 3.

USAGE de cet Appareil.

ON tient cet appareil à la main par ſon crochet C, & on approche l'extrémité oppoſée du tube du conducteur qu'on électriſe, de façon que l'étincelle qui part de ce con-

Planche XXV. ducteur puiſſe ſe porter ſur le haut de la bande de papier doré. Cette ſeule étincelle ſe multiplie ſur toute la longueur du tube, & on en remarque autant qu'il y a de ſolutions de continuité dans la dorure, depuis le haut de la bande juſqu'au bas. Lorſque l'électricité n'eſt pas aſſez forte pour parcourir toute la longueur de ce tube, il faut alonger le doigt & le porter ſur la ſeconde, la troiſieme hélice, &c.

Ce principe établi, on imitera encore mieux les éclairs en faiſant uſage de l'appareil ſuivant.

SECOND APPAREIL.

Glace pour imiter les éclairs. Fig. 4.

A B (Pl. XXV, fig. 4.) eſt une glace ſemblable & encadrée comme celle du tableau magique; elle eſt revêtue d'un côté d'une feuille d'étain, juſqu'à dix-huit à vingt lignes près de ſes bords. Du côté oppoſé, elle eſt couverte, ſous la forme d'un ovale qui répond à toute l'étendue de la feuille d'étain, d'une pouſſiere métallique qu'on appelle *aventurine*. Cette pouſſiere y eſt adhérente par une couche de vernis gras. Il part également de la feuille métallique oppoſée, une bande d'étain qui vient gagner la bordure & qui touche à l'anneau *a*, par lequel on peut ſuſpendre cette glace.

Planche XXV.

Usage de cet Appareil.

Cette glace, établie sur un guéridon, la face couverte d'aventurine étant en dessus, on laisse pendre sur son milieu une tige pointue de métal qui y amene l'électricité des grands conducteurs. On attache une petite chaîne à l'anneau *a*, & on entoure avec cette chaîne tout le contours de l'ovale garni d'aventurine, à quelques lignes de distance, & on électrise l'appareil. A proportion que la glace se charge d'électricité, ce fluide se distribue en serpentant sur tous les points de cette glace, & il étincelle dans toutes les solutions qu'il rencontre; de sorte qu'il se manifeste à la vue sous la forme de ces éclairs qui se succèdent rapidement dans l'atmosphère. La glace est-elle suffisamment chargée, il se produit une explosion spontanée sur la chaîne, & le phénomène en devient plus beau.

Cette propriété d'étinceler dans toutes les solutions de continuité, a donné naissance à ces glaces sur lesquelles une seule étincelle électrique illumine différentes figures qui y sont dessinées avec de petits quarreaux d'étain opposés par leurs angles, & entre chacun desquels on ménage un petit espace vide. L'Abbé *Noliet* décrit la maniere de

Planche XXV. préparer ces glaces, & les effets agréables qu'elles produisent, dans l'une de ses lettres sur l'électricité. Il y avoit déjà long-tems qu'on connoissoit ces sortes de phénomènes, mais on n'avoit point encore donné à ce genre d'expériences toute l'élégance que cet habile Physicien sut leur donner : elles n'avoient point, avant lui, la faculté de représenter à volonté différentes figures ; & s'il n'a pas le mérite de l'invention, il a celui d'avoir perfectionné d'une maniere très-simple & très-ingénieuse, ces modifications de feux électriques.

Troisieme Appareil.

Glace lumineuse. Fig. 5. ABCD (Pl. XXV, fig. 5.) est une lame de glace de quatre à cinq pouces en quarré, sur laquelle on a collé, avec de la colle de poisson, de petits quarreaux d'étain dont l'assemblage représente une fleur de lis. Ces quarreaux sont posés sur les deux côtés de la glace, parce que tout conducteur replié ne tirant aucune étincelle de lui-même, la matiere électrique ne pourroit étinceler dans tout le contour d'une figure rentrante sur elle-même. On profite donc ici de la transparence du verre pour illuminer ces sortes de figures, & on en pose une partie d'un

côté & l'autre ſur le côté oppoſé de la glace, ayant ſoin de faire communiquer ces parties par de petites bandes d'étain qui font l'office de conducteurs. On verra par la diſpoſition de la fleur de lis, tout l'art de ces ſortes d'appareils. Planche XXV.

Usage de cet Appareil.

On tient cette lame par l'un des deux angles du haut, ſuppoſons l'angle A; on touche, par ce moyen, à la bande de métal qui termine le contour de la figure. On approche l'autre angle B, du principal conducteur, pour déterminer l'étincelle à ſe porter ſur la bande de métal B, qui tranſporte cette étincelle aux petits quarreaux d'étain placés ſur le devant de la glace. Elle paſſe enſuite à ceux qui ſont parderriere, par le miniſtere de la bande *e* qui communique avec les uns & les autres, & elle vient ſe diſſiper dans le réſervoir commun par l'intermède de celui qui tient la glace en A.

Avec un peu d'adreſſe & en étudiant la marche des quarreaux d'étain & de leurs conducteurs, on pourra multiplier tant qu'on voudra ces ſortes d'expériences, qui ſont on ne peut plus agréables.

Veut-on démontrer maintenant que la ma-

Planche XXV. tiere électrique se fait jour, ainsi que la foudre, à travers les corps les plus denses; qu'elle les perce & qu'elle laisse après elle une odeur assez analogue à celle qui s'exhale des corps qui ont été foudroyés? voici comment on procéde.

QUATRIEME APPAREIL.

Appareil qui démontre que la matiere électrique se fait jour à travers les corps.

Pl. XXII, Fig. 1. ON monte la batterie que nous avons décrite (Pl. XXII, fig. 1.) & on met sur la planchette R I, un morceau de carton de quatre à cinq & même six lignes d'épaisseur, de façon qu'il s'appuie selon son plan, contre le ventre du plus prochain bocal.

USAGE de cet Appareil.

ON charge cette batterie jusqu'à ce qu'elle soit prête à détonner spontanément, on applique alors l'un des boutons de l'excitateur

Pl. XXII, Fig. 3. que nous avons décrit (Pl. XXII, fig. 3.) contre le carton, & on l'appuie contre le bocal. On excite l'explosion, en approchant la boule opposée de l'excitateur contre le bouton C de la tige C C. La matiere électrique qui reflue alors de l'intérieur des bocaux à l'extérieur, passe à travers le carton, le perce d'un trou oblique à son plan, & elle laisse après elle une odeur assez forte,

très-analogue à celle de la foudre, & cette odeur ſubſiſte pendant quelque tems. Planche XXV.

Veut-on ſuivre plus loin cette analogie, & démontrer que la matiere électrique attaque, ainſi que la foudre, les matieres métalliques, ſans endommager celles qui les portent ou qui les contiennent? on ſe ſert de l'appareil que voici.

CINQUIEME APPAREIL.

Appareil propre à fondre de l'or entre deux lames de verre, ſans les endommager. Fig. 6.

A (Pl. XXV, fig. 6.) eſt une petite preſſe de bois des Indes, longue de ſix pouces, & de trois pouces à trois pouces & demi de largeur. On renferme entre ſes deux tablettes deux lames de glaces, dont l'inférieure eſt un peu plus longue que celle de deſſus, & entre leſquelles on applique une petite bande d'or battu, de façon que cette lame d'or excéde d'un côté *a* les glaces, & vienne de l'autre côté *b*, juſqu'au bord excédant de la glace inférieure. On ſerre modérément la preſſe, & on la poſe ſur la tablette R I de la batterie (Pl. XXII, fig. 1.), de façon que le bout *a* de la feuille d'or, ſoit appliqué contre le ventre du bocal voiſin. Pl. XXII, Fig. 1.

USAGE de cet Appareil.

ON charge encore fortement la batterie, & lorſqu'on la croit ſur le point de déton-

Planche XXV. ner, on applique l'un des boutons de l'excitateur sur la portion *b* de la feuille d'or, & on tire l'étincelle du bouton C, comme dans l'expérience précédente. La batterie fait explosion, & la matiere électrique étant obligée de passer à travers cette feuille de métal, elle la fond, elle l'incruste dans le verre, & elle lui fait prendre une couleur pourpre, semblable à celle que ce métal acquiert par le procédé de *Cassius*, sans que les lames de verre soient communément endommagées.

Cette expérience répétée de la même maniere entre des bandes de carton mince, & avec tout métal quelconque, offre des phénomènes semblables. Le métal se trouve toujours fondu, & la plus grande partie de ces métaux se réduit en chaux métallique; ce qui offre au Physicien des observations importantes qui méritent toute son attention. Mais une autre observation également importante, c'est l'effet contraire que la même expérience paroît produire. Si on expose à une semblable explosion une quantité donnée de chaux métallique, le fluide électrique fait alors l'effet du phlogistique, & cette chaux se revivifie. On trouvera une exposition très-bien faite de ce phénomène singulier, dans le Journal de Physique de M. l'Abbé *Rozier*,

du mois d'Août 1774. Nous indiquerons ſeulement ici le procédé que nous ſuivons pour répéter cette expérience, parce qu'il nous a paru répondre plus parfaitement à l'effet qu'on ſe propoſe de vérifier. Planche XXV.

Nous nous ſervons du même appareil que nous avons décrit pour enflammer la poudre (Parag. 2. Nomb. 2. Troiſieme appareil de cet Article); mais nous ſubſtituons un tube de verre de deux pouces de longueur & de deux lignes de diamètre, à la petite cartouche. Nous renfermons dans ce tube une quantité de chaux métallique ſemblable à la quantité de poudre que nous employons pour l'autre expérience, & après avoir diſpoſé les choſes de la même maniere que pour l'inflammation de la poudre, nous faiſons ſubir pluſieurs commotions à cette chaux, & on trouve, après l'expérience, qu'une portion plus ou moins abondante, eſt parfaitement revivifiée.

Il paroît, d'après les expériences que nous venons de décrire, que l'électricité produit en petit, entre nos mains, tous les effets que le tonnerre produit en grand dans l'atmoſphère. On peut encore démontrer que la matiere du tonnerre prudemment raſſemblée dans un appareil approprié, produit elle-

Planche XXV. même tous les effets de l'électricité. Mais comment convient-il de construire ces sortes d'appareils? Quelles précautions faut-il prendre pour se mettre à l'abri de tout danger? C'est une matiere qui exige une discussion trop étendue pour trouver place dans cet Ouvrage. Nous l'avons traitée de maniere à satisfaire la curiosité de nos lecteurs, dans notre *Précis historique & expérimental des phénomènes électriques*. Nous nous bornerons donc à faire observer ici, & même à démontrer par expérience, qu'il est très-facile de se mettre en garde contre les funestes effets du tonnerre.

Pour bien concevoir cette vérité, si consolante pour l'humanité, le Physicien doit faire observer deux propriétés essentielles dans les pointes : l'une, qu'elles soutirent de très-loin, si on peut s'exprimer ainsi, la matiere électrique, & conséquemment la matiere du tonnerre; l'autre, qu'elles la soutirent tacitement & sans explosion.

SIXIEME APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer les propriétés des pointes. Fig. 7.

A B (Pl. XXV, fig. 7.) est une tige de métal d'un pied de longueur, qui se termine en A par une pointe très-aiguë, garnie d'acier, & en B par une boule de même matiere, d'un pouce de diamètre.

USAGE

Usage de cet Appareil. Planche XXV.

1°. Si une personne isolée sur le plateau (Pl. XX, fig. 5.) tient à la main la tige AB, & que, placée à trois à quatre pieds des grands conducteurs de la machine, elle leur présente la boule B trop éloignée de la sphère d'activité de ces conducteurs, elle ne se chargera point d'électricité, & elle ne fournira aucune étincelle à ceux qui la toucheront; mais si elle présente au contraire la pointe A à la même distance, elle se chargera suffisamment d'électricité pour donner des étincelles. Pl. XX, fig. 5.

2°. Si, placée sur le parquet, une personne tient encore à la main la même tige AB, & qu'elle présente la boule B à une petite distance des conducteurs, elle les dépouillera avec explosion, c'est-à-dire qu'il partira avec éclat une étincelle de ces conducteurs à la boule. Mais si elle présente, au contraire, la pointe A à une distance assez rapprochée, elle les dépouillera d'électricité, & on n'observera aucune étincelle ni aucun éclat. Ces conducteurs seront-ils totalement dépouillés d'électricité? A quelle distance la pointe doit-elle être portée pour produire cet effet? Ce sont autant de questions importantes que nous avons discutées dans notre *Précis historique*, auquel nous sommes obligés de

Planche XXV. renvoyer le Lecteur pour nous en tenir aux deux faits généraux que nous venons d'établir ; ils ſuffiſent pour démontrer de quelle maniere on peut ſe garantir des effets du tonnerre.

On conçoit, en effet, que ſi on éleve ſur le comble d'une maiſon, une barre de fer terminée en pointe & qui excéde tous les corps circonvoiſins, cette barre étant de ſa nature un excellent conducteur de matiere électrique, & étant plus élevée que tous les corps qui pourroient être plongés dans la ſphère d'activité d'un nuage ſurchargé de la matiere du tonnerre, elle ſoutirera ſans explofion la matiere orageuſe avant qu'elle puiſſe éclater ſur les corps circonvoiſins. Si on attache donc à cette barre, un fil de fer, ou, pour plus grande commodité, une chaîne de métal, & qu'on conduiſe celle-ci dans le réſervoir commun, la matiere du tonnerre ſuivra tacitement le conducteur qu'on lui préſentera, & ira ſe diſſiper & ſe perdre dans la terre, ſans occaſionner le moindre dommage dans le corps du bâtiment.

Comment faut-il conſtruire cet appareil? Quelle eſt la meilleure forme & la diſpoſition la plus favorable qu'on puiſſe lui donner? C'eſt une queſtion importante à étudier, &

ſur laquelle on trouvera des obſervations très-lumineuſes dans un excellent Mémoire de M. *Leroi*, dont l'Abbé *Rozier* a rendu compte dans ſon *Journal de phyſique* pour le mois de Janvier 1774. On peut encore conſulter à ce ſujet, un excellent Ouvrage de M. *Joſeph Toaldo*, Profeſſeur d'Aſtronomie à Padoue, intitulé: *Dell'uſo de Conduttori metallici*, &c. Outre quantité d'obſervations très-curieuſes dont ce Livre eſt rempli, on y verra la deſcription du conducteur de l'Obſervatoire public de Padoue, qui nous a paru conſtruit avec tout le ſoin & la préciſion qu'exigent ces ſortes d'appareils. M. *Barbier de Tinan* a traduit cet excellent Ouvrage, & y a ajouté des obſervations particulieres, qui répondent à toutes les queſtions qu'on peut faire ſur cet objet. Au défaut de cet Ouvrage, conſultez notre *Précis hiſtorique & expérimental des phénomènes électriques.* Planche XXV.

Veut-on confirmer, par une expérience très-ſimple, l'utilité de cette pratique? l'appareil ſuivant, conſtruit ſur le même principe que celui de M. *Lind*, dont on trouve la deſcription, & dans l'Ouvrage de M. *Franklin*, traduit par M. *Dubourg*, & dans le *Journal de Phyſique* pour le mois de Décembre 1773, nous a paru beaucoup plus ſatisfai-

Planche XXV. ſant. On peut d'ailleurs y ajouter, & nous y ajoutons aſſez ordinairement l'appareil de M. *Lind.*

SEPTIEME APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer l'utilité des conducteurs métalliques pour garantir les édifices de la foudre. Fig. 8 & 9.

M. (Pl. XXV, fig. 8.) repréſente un édifice, une maiſon, dont les quatre murs élevés à charnieres ſur le parquet, ſont retenus en ſituation par le comble qu'on poſe deſſus. Ce comble tient au parquet par deux chaînes lâches, placées diagonalement aux deux angles & en dedans de l'édifice. La longueur de ces chaînes permet au comble de s'élever de quelques pouces au-deſſus des murs; & dans ce cas, ces derniers, abandonnés à eux-mêmes, tombent de chaque côté & la maiſon ſe détruit. La coupe de cette maiſon AB (fig. 9.) en laiſſe voir tout l'intérieur & la diſpoſition de l'appareil; on y remarque antérieurement un pilier de bois C, ſurmonté d'une lame de cuivre D, échancrée vers le haut. Une ſeconde lame EF, de même métal, que nous appellerons *le pilier poſtérieur*: il s'éleve à trois à quatre pouces de diſtance & parallèlement au premier. Il eſt pareillement échancré vers le haut.

Ce ſecond pilier perce en E le parquet de la maiſon, regne deſſous, & vient ſe terminer

en G ſous la forme d'un anneau. On poſe ſur les échancrures de ces deux piliers, une cartouche H, dans laquelle on a renfermé une quantité ſuffiſante de poudre à tirer pour y former un petit cylindre de poudre dont la longueur n'excéde point cinq à ſix lignes. Cette poudre y eſt retenue & bourrée par deux vis de cuivre *a*, *b*, qu'on introduit à force dans la cartouche, & qui font, en tournant, leur chemin dans l'épaiſſeur du carton. Planche XXV.

La cheminée L de la maiſon eſt percée ſuivant ſa hauteur, & ce canal reçoit un petit canon de cuivre *i*, fermé inférieurement par une lame de métal *hg*, reployée de maniere qu'elle ſuit la pente que fait le comble de la maiſon. La partie inférieure *g* de cette lame s'applique ſur une tige de cuivre *f*, enchâſſée dans la partie ſupérieure du mur correſpondant. Cette tige pénétre l'épaiſſeur du mur & vient ſe terminer dans l'intérieur de la maiſon ſous la forme d'un petit crochet *e*. On fait entrer dans ce crochet l'anneau d'un fil de cuivre *cd*. Ce fil, courbé vers ſon extrémité *d*, poſe ſur l'échancrure du pilier antérieur CD, & établit une communication qu'on peut ſuivre facilement, entre la cartouche H & la cheminée L. On fait plonger dans la cheminée une tige de métal L, ſur-

Planche XXV. montée d'une boule de cuivre *m*. Cette tige y descend & s'applique sur la lame de cuivre *hg*.

Usage de cet Appareil.

Fig. 8. On laisse pendre du conducteur AB (fig. 8) une tige de métal CD, à laquelle on suspend une boule de cuivre E de deux pouces ou environ de diamètre. On dispose au-dessous la petite maison M, munie de tous ses appareils, & de façon que la boule *m* qui surmonte la cheminée, soit éloignée de dix à douze lignes de la premiere E. On suspend à quelque distance au même conducteur, une seconde tige de métal H, à laquelle on attache une tige IK, dont l'anneau est soudé, & qui se termine par plusieurs fils de métal qui tombent sur le fond du bocal LN, revêtu intérieurement & extérieurement, jusqu'à deux pouces près de son bord, d'une feuille d'étain. Ce bocal doit avoir un pied ou environ de diamètre & un pied de hauteur.

On accroche une chaîne *abc* à l'anneau G qui termine le pilier postérieur de la maison, & on enveloppe avec cette chaîne la surface extérieure du bocal: elle doit être suffisamment longue pour traîner ensuite sur le parquet. On attache une seconde chaîne *de* à

la tige *l* qui plonge dans la cheminée, & on amene cette derniere chaîne pour la faire communiquer à la premiere *a b c*, & l'appareil eſt alors dans l'état où il doit être pour le ſuccès de l'expérience. Planche XXV.

On doit conſidérer ici la ſurface intérieure du bocal, lorſqu'il eſt chargé d'électricité, & conſéquemment le conducteur & les tiges qui communiquent avec ce dernier, comme un nuage chargé de la matiere du tonnerre. La ſurface extérieure du même bocal repréſente le globe terreſtre ou le réſervoir commun, dans lequel la matiere foudroyante tend à ſe porter. La maiſon M communique donc par le pied avec le réſervoir commun par l'intermède de la chaîne *a b c*, & la boule *m*, placée dans le voiſinage de la boule E, repréſente le haut d'un édifice qui ſe trouve quelquefois plongé dans la ſphère d'activité d'un nuage. Cela poſé,

Si on électriſe le conducteur A B, & qu'on charge, par ſon moyen, le bocal L N, lorſque ce dernier ſera ſuffiſamment chargé pour que la boule *m* puiſſe tirer l'étincelle de la boule E, on verra partir cette étincelle avec exploſion & ſe porter ſur la boule *m*; mais, conduite par la chaîne *d e*, elle ne pénétrera point dans ſa maiſon, elle ſe rendra, par le

Planche XXV. moyen de cette chaîne, à la surface extérieure du bocal, & la maison sera garantie.

Il n'en arrivera pas de même si on supprime la chaîne *d e*, & qu'on répéte l'expérience: lorsque le bocal sera suffisamment chargé d'électricité, l'étincelle qui partira de la boule E sur la boule *m*, ne pouvant se porter au réservoir commun que par la chaîne *a b c*, elle suivra les conduites que nous avons indiquées précédemment. Elle parcourra donc la tige *l*; de celle-ci, elle suivra la lame *h g*; cette lame la conduira à la tige *f*; de cette dernière elle passera à la tige *c d*; delà, elle suivra l'intérieur de la cartouche H, pour gagner, par le pilier postérieur F E, la chaîne *a b c*, qui la conduira à la surface extérieure du bocal. Or, en parcourant la longueur de la cartouche, elle allumera la poudre qui y sera renfermée. Cette cartouche fera explosion; elle s'échappera de dessus les piliers qui la portent; elle frappera le toît & elle le soulévera; les murs abandonnés à eux-mêmes tomberont sur le parquet, & le toît, retombant par son propre poids, viendra se joindre aux ruines de l'édifice; ce qui donnera une idée des ravages que la foudre produit lorsqu'elle tombe sur un édifice qui n'est point garanti par un conducteur qui la dé-

tourne de l'intérieur de cet édifice, & qu'elle eſt obligée de parcourir ſes différentes parties pour ſe diſſiper & ſe porter dans le réſervoir commun. Planche XXV.

Veut-on confirmer par une expérience très-facile à faire, qu'il y a une analogie très-marquée entre la matiere électrique & la matiere magnétique? l'appareil ſuivant eſt très-ſimple & très-commode.

HUITIEME APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer l'analogie entre l'électricité & le magnétiſme.

ON ôte la châſſe d'une aiguille A B, faite de la même maniere que les aiguilles des bouſſoles (Pl. XXV, fig. 10.) Cette aiguille doit avoir trois à quatre pouces de longueur, & être auſſi légere qu'il ſoit poſſible de la faire. On la renferme entre deux lames de verre ou deux bandes de carton, de la même maniere & avec les mêmes précautions que nous avons indiquées par rapport à la feuille d'or, & on place le tout ſous la preſſe (fig. 6.). Fig. 10. Fig. 6.

USAGE de cet Appareil.

ON ſe ſert encore ici de la batterie. On poſe la preſſe ſur la tablette R I (Pl. XXII, fig. 1.) de maniere que l'une des extrémités de l'aiguille touche au ventre du bocal voi- Pl. XXII, Fig. 1.

Planche XXV. fin. La batterie chargée, on tire l'explosion avec l'excitateur, en appuyant l'un des boutons de cet excitateur sur l'extrémité postérieure de l'aiguille. On répete plusieurs fois de suite cette expérience, pour que le succès en soit plus assuré. On détache ensuite l'aiguille qu'on regarnit de sa châsse. On la pose sur son pivot, & on voit qu'elle prend la direction de l'aiguille aimantée.

Si cette expérience prouve une analogie très caractérisée entre la matiere électrique & la matiere magnétique, il est nombre de phénomènes cependant qui indiquent des différences très-sensibles entre ces deux substances. Nous les avons fait observer dans notre *Précis historique & expérimental des phénomènes électriques.*

Nombre Septieme.

Des Appareils destinés à faire observer les effets de l'électricité dans le vide.

S'il n'est point de phénomènes électriques plus curieux que ceux qui se font observer dans le vide, il n'en est point non plus qu'on puisse varier davantage & dont l'explication soit plus facile à saisir. Ils dépendent tous en général, de cette extrême facilité avec laquelle la matiere électrique se

ment dans un eſpace où l'air eſt extrême- Planche
ment raréfié, & ils font tous voir combien XXVI.
ce fluide eſt moins perméable que tout autre à la matiere électrique. Nous inſiſterons peu ſur cette théorie, & nous indiquerons ici ceux de ces ſortes d'appareils qui nous ont paru les plus curieux.

PREMIER APPAREIL.

Tube vide d'air. Fig. 1.

A B (Pl. XXVI, fig. 1.) eſt un tube de verre de trois à quatre pieds de longueur, fermé à ſes extrémités par des viroles de cuivre. Celle du bas porte un robinet de ſûreté C, pour conſerver le vide après qu'il eſt fait dans le tube.

USAGE de cet Appareil.

ON monte ce tube ſur la tétine de la machine pneumatique; on le vide d'air autant qu'il eſt poſſible; on le détache de cette machine après avoir fermé le robinet C; & ſi, le tenant à la main par ce robinet, on approche la virole ſupérieure des conducteurs, lorſqu'ils ſont chargés d'électricité, on voit alors une étincelle qui paſſe dans ce tube, s'y épanouit & s'y développe ſous la forme d'une lame de feu pourprée qui remplit toute la capacité du tube.

Planche XXVI.

SECOND APPAREIL.

Vaiſſeau dans lequel le feu électrique ſe développe ſous la forme d'un cône lumineux. Fig. 2.

A (Pl. XXVI, fig. 2.) eſt un vaiſſeau de cryſtal auquel on donne communément la forme d'un œuf; il eſt également garni de deux viroles de cuivre. Celle du haut eſt ſurmontée par un crochet D, dont la tige pénétre dans l'intérieur & juſqu'au milieu du vaiſſeau; celle du bas reçoit un robinet de ſûreté C.

USAGE de cet Appareil.

CE vaiſſeau étant bien vide d'air, on le ſuſpend à une tige qui tient aux conducteurs, & tant qu'on continue à électriſer ces conducteurs, on voit la matiere électrique s'élancer de l'extrémité *a* de la tige D *a*, & s'épanouir ſous la forme d'un cône. La lumiere eſt également de couleur pourpre ; elle eſt plus vive lorſqu'on approche le doigt du robinet & qu'on tire une étincelle : on apperçoit alors une lumiere blanche très-ſcintillante au centre de la premiere. Si on éloigne le doigt à une diſtance convenable de ce robinet, on excite des aigrettes d'une très-grande longueur.

Planche XXVI.

TROISIEME APPAREIL.

Mattras lumineux dans l'intérieur d'un récipient vide d'air. Fig. 3.

A (Pl. XXVI, fig. 3.) eſt un grand récipient cylindrique d'un pied ou environ de hauteur, dans le haut duquel on maſtique exactement un matras de verre E, dont on coupe la queue à très-peu de diſtance au-deſſus du goulot du récipient. Celui-ci eſt exactement cimenté ſur une plaque de cuivre percée & taraudée à ſon centre pour qu'elle puiſſe ſe viſſer ſur la machine pneumatique. On remplit d'eau le matras juſqu'aux deux tiers de ſa capacité, & on y fait plonger une tige de métal qu'on fait communiquer avec les grands conducteurs.

USAGE de cet Appareil.

LE vide étant exactement fait dans le récipient, on électriſe cet appareil; tandis que le matras ſe charge d'électricité, ſa ſurface extérieure lance des jets de feu qui ſe ramifient ſur la ſurface intérieure du récipient, & qui vont en ſe croiſant, ſe jeter ſur la platine de cuivre. Lorſqu'on croit le mattras ſuffiſamment chargé, on applique l'une des boules de l'excitateur contre la platine de la machine pneumatique, & on approche l'autre boule du même inſtrument de la tige de métal qui plonge dans l'eau du matras, ou de

Planche XXVI.

celle avec laquelle elle communique. On décharge l'appareil, & on observe en même tems une masse de feu pourpre très-grosse & très-vive dans tout l'espace compris entre le dessous du matras & la platine.

Observation importante sur cette expérience.

Il faut bien se garder de continuer trop long-tems l'électrisation du matras : on le surchargeroit, il éclateroit avec explosion, & il briseroit le récipient, au danger des spectateurs. C'est ici qu'il convient sur-tout d'appliquer au principal conducteur, l'électromètre de M. *Lane*, ou il faut avoir soin de dépouiller fréquemment la machine, si on veut répéter plusieurs fois de suite cette expérience. Pour cet effet, je tiens pendant tout le tems de l'électrisation, l'excitateur appliqué d'un côté sur la platine, & de l'autre, à six lignes de distance de la tige qui communique avec l'intérieur du matras, & l'explosion devient spontanée lorsque le matras est suffisamment chargé. On peut lire l'explication de cette expérience dans notre *Précis des phénomènes électriques*, & on verra qu'elle ne favorise pas merveilleusement l'opinion des Antifranklinistes, qui l'avoient indiquée comme la réfutation la plus complette de la théorie de *Franklin*.

QUATRIEME APPAREIL.

Planche XXVI.

Jets de feu ſinguliers qui s'élancent d'une boule électriſée dans le vide.. Fig. 4.

ab (Pl. XXVI, fig. 4.) eſt une platine de cuivre de ſix pouces de diamètre, montée ſur trois boutons. Elle eſt placée ſur le cuir de la machine pneumatique, qui ne doit être que très peu mouillé pour cette expérience & les ſuivantes. A B eſt un grand récipient ſurmonté d'une boîte à cuirs. A l'extrémité inférieure de la tige de cette boîte, on viſſe un e groſſeboule de cuivre C, & on la tient au haut du récipient.

USAGE de cet Appareil.

ON fait le vide ſous le récipient auſſi exactement qu'il eſt poſſible, & on électriſe cet appareil de deux manieres : 1°. continuement, en faiſant communiquer le haut de la tige de la boîte à cuirs avec les grands conducteurs; 2°. par interruption, en tenant avec une ſoie, une tige de métal pendue aux grands conducteurs, & qu'on approche de momens en momens de la tige de la boîte à cuirs.

En électriſant de la premiere maniere, il s'élance un jet continuel de feu pourpre du deſſous de la boule C. Ce jet ſe porte ſur la platine *a b* & s'y éparpille en pluſieurs jets qui blanchiſſent & qui font voir ſur cette pla-

Planche XXVI. tine, autant de points blancs dont la lumiere eſt très-vive.

En électriſant de la ſeconde maniere, le jet ſe diviſe d'abord en pluſieurs autres, & lance dans toute la capacité du récipient, des éclairs qui ſe croiſent en différens ſens.

CINQUIEME APPAREIL.

Caſcade de feu électrique dans le vide, & éclairs. Fig. 5.

ON laiſſe les choſes dans le même état que pour l'expérience précédente, mais on ſubſtitue à la boule C, une platine de cuivre A (Pl. XXVI, fig. 5.), découpée en forme d'étoile.

USAGE de cet Appareil.

LE vide étant fait, ſi on électriſe continuement cet appareil, on verra ſortir de chaque pointe de l'étoile, un jet de feu qui ſe fléchira de haut en bas, & qui viendra tomber ſur la platine *a b*, & formera une caſcade de feu électrique.

Si on électriſe cet appareil par interruption, comme nous l'avons indiqué ci-deſſus, le phénomène changera, & on verra des ruiſſeaux de feu qui ſe croiſeront en différens ſens dans tout l'intérieur du récipient.

SIXIEME

SIXIEME APPAREIL.

Planche XXVI.

Autre cascade plus belle que la précédente. Fig. 6.

LES choses restant encore dans le même état, on substitue à l'étoile une platine C D (Pl. XXVI, fig. 6.) de six pouces de diamètre, & on la tient vers le haut du récipient.

USAGE de cet Appareil.

Si on électrise continuement cet appareil, les effets en seront beaucoup moins agréables & moins étendus; mais si on l'électrise par interruption, il sortira de tous les points de la circonférence de la platine C D, des jets de feu qui s'épanouiront sous la forme de rubans lumineux qui se croiseront encore de différentes manieres le long des parois intérieurs du récipient & qui viendront tomber sur la platine *a b*.

SEPTIEME APPAREIL.

Cercle de métal qui produit un soleil électrique nébuleux à son centre.

ON supprime la platine *a b* dont on a fait usage dans les expériences précédentes, & on monte sur la tige de la boîte à cuirs, le cercle A, qui ne doit avoir en diamètre que le tiers ou environ de celui du récipient. Ce cercle est fait d'une lame de cuivre plate de cinq à six lignes de largeur, & reployée sur elle-même: il doit être placé au milieu de la hauteur du récipient.

Planche XXVI.

USAGE de cet Appareil.

LE vide étant fait, on ne doit électriser cet appareil que par interruption; & à chaque fois qu'on porte une étincelle sur la tige de la boîte à cuirs, on voit des rayons lumineux qui s'élancent de la circonférence extérieure du cercle, & qui représentent, on ne peut mieux, un soleil nébuleux à son centre. Tout l'intérieur du cercle demeure, en effet, obscur. Un peu d'habitude à faire ces sortes d'expériences, apprendra de quelle maniere il convient de presser les étincelles & de hâter les coups de la tige qui donne l'électricité contre celle qui la reçoit.

HUITIEME APPAREIL.

Même cercle qui représente un soleil lumineux en dehors & en dedans. Fig. 8.

LES choses étant encore disposées, comme dans l'expérience précédente, on place sur la platine de la machine pneumatique, une tige de métal C (Pl. XXVI, fig. 8.) coudée & terminée en pointe à son extrémité *e*. Cette tige est solidement établie sur un pied de métal, & elle doit être suffisamment longue pour venir gagner le centre du cercle; toujours placé au milieu de la hauteur du récipient.

Usage de cet Appareil. Planche XXVI.

On électriſe encore cet appareil par interruption, & non-ſeulement les bords extérieurs du cercle fourniſſent des rayons lumineux, mais on en voit encore d'autres qui partent de ſa circonférence intérieure, & qui viennent, en ſe croiſant, aboutir au centre où l'on remarque un point très-vif d'une lumiere purpurine.

Nombre Huitieme.

Des Appareils deſtinés aux applications qu'on peut faire de l'électricité.

On a ſçu appliquer juſqu'à préſent, avec des ſuccès très-marqués, l'électricité à l'économie animale & à la Chimie. Il eſt à croire que ces applications pourront encore ſe multiplier par la ſuite, lorſqu'on aura pouſſé plus loin les recherches qu'on peut faire ſur cette importante matiere, & que nos connoiſſances ſe feront encore plus étendues. Un tabouret commode pour aſſeoir deſſus, ou pour coucher un paralytique, une bouteille de Leyde revêtue ſelon la méthode du Docteur *Bevis*, ſont tous les appareils néceſſaires pour adminiſtrer l'électricité au corps humain. On pourra voir de quelle maniere

Planche XXVI. nous nous y ſommes pris, comment nous avons procédé, & les ſuccès que nous avons obtenus de cette méthode, dans une *Lettre ſur l'Electricité médicale*, que nous avons publiée. Mais veut-on démontrer par expérience l'effet que le fluide électrique produit ſur le ſyſtême vaſculaire des animaux, & l'accélération qu'elle occaſionne néceſſairement dans la circulation des liqueurs? l'appareil ſuivant eſt très-propre à cette expérience.

PREMIER APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer l'accélération des liquides dans les vaiſſeaux des animaux électriſés. Fig. 9.

A (Pl. XXVI, fig. 9.) eſt un vaiſſeau creux de métal, au fond duquel ſont adaptés trois ou quatre petits tuyaux capillaires *a*, *a*, *a*. Ce vaiſſeau doit être ſuſpendu à une tige qui tient aux grands conducteurs. On voit en *b* un petit trou qui établit une communication entre la capacité du vaiſſeau & l'air extérieur.

USAGE de cet Appareil.

Le vaiſſeau étant ſuſpendu & rempli d'eau, on voit cette eau qui coule naturellement gouttes à gouttes par les orifices des tuyaux *a*, *a*, *a*, & on remarque même une intermittence dans l'écoulement de ces gouttes d'eau; mais ſi on vient à électriſer l'appareil, l'eau coule alors à plein canal, & elle s'é-

lance, ſous la forme de jets qui deviennent divergens. Planche XXVI.

La Chimie n'a pas moins profité que l'économie animale des ſecours de l'électricité. La fuſion des métaux, leur deſtruction par une commotion électrique, la révivification de leurs chaux métalliques, dont nous avons parlé précédemment, en ſont une preuve ſuffiſante, & ne ſont encore que les commencemens d'un travail important qu'on ne peut ſuivre avec trop d'ardeur. Une autre preuve des effets qu'on peut attendre de l'électricité conſidérée comme agent chimique, ce ſont ceux qu'elle produit dans l'air à travers lequel elle paſſe. Il paroît qu'elle le décompoſe & qu'elle lui procure la faculté qu'on diſtingue dans les acides, de convertir en rouge les couleurs bleues & violettes des végétaux. Cette expérience, tout-à-fait nouvelle, eſt on ne peut plus difficile à faire; elle demande des précautions & une dextérité qui ne s'acquiert que par l'uſage. Nous l'avons décrite avec ces circonſtances les plus importantes, dans le Journal encyclopédique pour le 15 Novembre 1774. Nous nous bornerons à indiquer ici l'appareil & les précautions eſſentielles qu'il faut prendre pour le ſuccès de l'expérience.

Planche XXVI.

SECOND APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer que l'air chargé d'électricité rougit les teintures bleues & violettes des végétaux. Fig. 10.

AB (Pl. XXVI, fig. 10.) eſt un tube de verre de quatre à cinq pouces de longueur, & d'une à deux lignes de diamètre, dont l'ouverture ſupérieure eſt bouchée par un fil de métal CD, qui ſe termine en C par une boule de même matiere & d'un pouce de diamètre. Ce fil pénétre de quelques lignes dans l'intérieur du tube, & eſt maſtiqué à ſon ouverture avec un mêlange de cire jaune & de térébenthine. E eſt un gobelet de cryſtal rempli en partie de teinture de tourneſol ou de violettes.

USAGE de cet Appareil.

LE tube plonge dans le gobelet; on poſe cet appareil ſur la platine de la machine pneumatique, & on le recouvre d'un récipient dont on raréfie l'air au point que lorſqu'on y reporte de nouvel air, celui-ci faſſe monter la liqueur dans le tube juſqu'à huit à dix lignes près du haut du tube. Cela fait, on prend le gobelet à la main, & on plonge dedans une petite chaîne *fg* qu'on laiſſe pendre par terre. On approche la boule C du principal conducteur de la machine électrique, & à une diſtance qui ſoit telle que les étincelles en partent continuement ſous la

forme d'une colonne de feu, & qu'elles ſoient autant vives qu'elles puiſſent être. On continue l'électriſation, & dans l'eſpace de deux à trois minutes, on voit la partie ſupérieure de la colonne de liqueur acquérir une couleur rouge, & on remarque en même tems, que le petit cylindre d'air réſervé au haut du tube, a perdu une partie de ſa longueur; elle ſe trouve diminuée de deux à trois lignes, plus ou moins. Planche XXVI.

SUPPLÉMENT
De l'Electrophore.

Quoique nous ayons traité fort au long de cette machine, dans notre *Précis hiſtorique & expérimental des phénomènes électriques*, auquel nous pourrions renvoyer le Lecteur, nous croyons devoir en donner ici une idée ſuffiſante. Cet appareil d'ailleurs étant un des plus curieux qu'on puiſſe ſe procurer en fait d'électricité, par la ſingularité des phénomènes qu'il offre à nos recherches, il doit néceſſairement trouver place dans un Ouvrage conſacré à la connoiſſance des machines de phyſique. Nous ne nous occuperons point à développer la théorie encore peu lumineuſe de ces ſortes de phénomènes, mais bien à mettre nos Lecteurs à portée de

Planche XXVI. faire, avec cet appareil, toutes les expériences connues jusqu'à présent, & quantité d'autres qu'il sera facile d'imaginer, ou que les réflexions pourront faire naître.

APPAREIL.

Construction de l'Électrophore. Fig. 11. AYEZ deux plans de métal A & B, (Pl. XXVI, fig. 11.) de sept à huit pouces de diamètre, ou même beaucoup plus grands & suffisamment épais pour qu'ils ne puissent céder & plier sous le doigt, couvrez-les d'une matiere résineuse fondue, que vous aurez laissé bouillir assez long-tems pour que l'air puisse se dégager en grande partie. On se sert assez favorablement à cet effet d'un mélange de résine, de poix ordinaire & de cire. Il faut que cet enduit soit assez épais pour qu'on puisse le dresser & le travailler au tour, & qu'il conserve ensuite deux lignes d'épaisseur. On donne à ces plans le nom de *plans résineux*.

Ayez un autre plan de métal plus épais C, & d'un demi-pouce plus grand en diamètre que les précédens, & sur le bord duquel regne un cordon de même matiere de quatre à cinq lignes d'épaisseur. Plus communément on prend un plan de bois épais d'un pouce, bien dressé, & qu'on recouvre avec des

feuilles d'étain qu'on y colle exactement au centre. Au centre de ce plan on monte à vis une colonne de cryſtal D, ſurmontée d'une virole & d'une boule de cuivre E; c'eſt ce qu'on appelle le conducteur, & ce que M. *Volta*, de qui nous tenons ce nouvel appareil électrique, nomme *le chapeau de la machine.* Planche XXVI.

Ayez encore une petite tige de métal H, qui ſe termine par une boule vers le haut, & qui porte par le bas une petite plaque circulaire de métal, d'un pouce ou environ de diamètre.

Joignez à ces machines deux petites bouteilles de cryſtal F, garnies ſelon la méthode du D. *Bevis*, dans leſquelles plonge une tige de métal G, qui ſe termine en une pointe un peu mouſſe par le haut, mais recouverte par une petite boule de métal qui ſe monte par-deſſus à vis.

Joignez encore à ces appareils une petite boule creuſe de gomme élaſtique de deux pouces ou environ de diamètre, remplie en partie de colophone pulvériſée, & dont l'ouverture ſoit fermée par un bouchon percé d'une multitude de trous extrémement petits; ayez avec cette boule une petite tige de métal courbée en forme de C, mais un peu plus

Planche XXVI. ouvert, & qui se termine, d'une part, en une pointe un peu mousse, & qui soit mastiquée sur un manche de cryſtal.

Ayez enfin un fil double de cinq à six pouces de longueur, & aux extrémités duquel vous attacherez des boulettes de moëlle de sureau, & vous aurez toutes les pieces nécessaires aux expériences suivantes.

Usage de cet Appareil.

Maniere d'électriser l'électrophore. On frotte modérément un des plans résineux avec un morceau de peau animale ; je préfére une queue de Renard : mieux vaut encore battre ou fouetter ce plan avec cette queue. Ainsi préparé, ce plan contracte la vertu électrique ; en le frottant davantage, il la contracteroit sans doute à un plus haut degré ; mais voici un moyen d'augmenter davantage sa vertu.

Le premier plan, supposons le plan A, ayant contracté une foible vertu électrique, posez la tige de métal H sur le second plan, & le conducteur C sur le plan A électrisé. Cela fait, touchez avec l'index & le pouce & la platine inférieure de celui-ci & le cordon de son conducteur. Enlevez après cela ce conducteur par la tige de cryſtal & portez-le contre la tige de métal H, à laquelle il four-

nira une foible étincelle. Repouſſez alors, avec un tube de verre, cette tige de métal ſur un autre point du plan B, & reportez le conducteur ſur le premier plan A, pour réitérer la même manœuvre, ayant ſoin à chaque fois de changer de place la tige de métal H; lorſque vous aurez fourni cinq à ſix étincelles au plan B, changez la diſpoſition des choſes; mettez la tige H ſur le plan A, & le conducteur ſur le plan B, pour porter pareillement cinq à ſix étincelles de ce plan ſur le plan A. Réitérez huit à dix fois ces ſortes de changemens, & vos deux plans A & B ſeront fortement électriſés; l'un le ſera poſitivement, & l'autre négativement; le plan A ſera dans ce dernier cas, & c'eſt de celui-là dont nous allons indiquer les propriétés. Planche XXVI.

Quelque électriſé que vous le ſuppoſiez, ou, pour parler plus correctement, quelque dépouillé qu'il ſoit de ſa quantité naturelle d'électricité, il n'en donne aucun ſigne, lorſqu'on poſe ſimplement deſſus le conducteur. On toucheroit inutilement celui-ci, ainſi que le plan réſineux ſur lequel il repoſe, on n'éprouveroit aucune marque d'électricité. Ce ſeroit encore la même choſe du conducteur, ſi après l'avoir ſimplement poſé ſur le plan réſineux, on l'enlevoit de deſſus par le bouton E de ſa tige de cryſtal.

Planche XXVI.

Condition essentielle pour tirer une étincelle du conducteur de l'électrophore

Mais si après avoir posé ce conducteur C, sur le plan résineux A, on touche en même temps avec le pouce & l'index au cordon du conducteur & à la platine de cuivre du plan A, le conducteur sera propre à fournir une étincelle, non cependant en restant sur le plan résineux, mais bien lorsqu'on l'aura enlevé de dessus par la tige de cristal qui l'isole. Il faut, pour le succès complet de cette expérience, l'enlever brusquement & à la hauteur de sept à huit pouces, pour qu'il ne soit plus plongé dans la sphère d'activité du plan A. Dans ce cas, le conducteur donnera une étincelle si on vient à en approcher le doigt, ou tout corps capable de tirer l'étincelle d'un conducteur chargé d'électricité.

Cela fait, on ne trouvera plus d'électricité, ni dans le conducteur, ni dans le plan résineux; mais la vertu électrique de ce dernier ne sera pas épuisée pour cela. Reposez le conducteur sur le plan, touchez le comme précédemment, & enlevez-le de même, il fournira une nouvelle étincelle. Réitérez les mêmes procédés, & vous parviendrez à tirer successivement une multitude étonnante d'étincelles. On assure que ce plan conserve pendant très-long-tems l'électricité, & qu'il est difficile de l'épuiser, au moins par ce pro-

cédé, car on la détruit totalement & en peu de tems, en portant deſſus ſon haleine, & en le frottant légérement avec la main. Planche XXVI.

Voulez-vous que le plan réſineux vous fourniſſe également des étincelles? Procédez de la maniere ſuivante : Poſez-le ſur un iſoloir; celui que vous trouverez gravé (Pl. XXIV, fig. 6.) ſur lequel une bouteille de Leyde eſt appuiée, ſera très-propre à cette expérience. Placez le conducteur ſur ce plan; touchez l'un & l'autre comme dans les expériences précédentes; enlevez le conducteur, il vous donnera une étincelle, & le plan réſineux vous en fournira une ſemblable, ſi vous approchez le doigt de ſa ſurface inférieure. On peut également réitérer pluſieurs fois de ſuite cette expérience, avant d'épuiſer l'électricité de ce plan.

Mais une obſervation importante qui ſe préſente ici, c'eſt que l'étincelle fournie par le plan réſineux, n'eſt pas de même eſpece que celle qu'on tire du conducteur. Celle-ci eſt l'effet d'une électricité poſitive, & celle du plan réſineux dépend d'une électricité négative : en voulez-vous la preuve ? les expériences ſuivantes, ne laiſſent aucun doute à ce ſujet.

Chargez les deux petites bouteilles dont

Planche XXVI. nous avons parlé dans la description de cet appareil, l'une au plan résineux, & l'autre au conducteur. Prenez-les ensuite chacune en chaque main; approchez les deux boutons de leurs tiges l'un contre l'autre, & vous éprouverez la commotion: ce qui prouve qu'elles sont dans deux états différens d'électricité. Mais laquelle est électrisée positivement, laquelle l'est négativement? c'est ce que cette expérience n'indique pas, à la vérité, mais ce que vous apprendrez des suivantes.

Enlevez à chacune de ces bouteilles le bouton métallique qui termine sa tige. Répétez l'expérience précédente, c'est-à-dire, chargez ces bouteilles, l'une au conducteur, l'autre au plan résineux, & transportez-les dans un endroit très-obscur, lorsqu'elles seront très-bien chargées. Celle qui l'aura été au conducteur, laissera paroître une aigrette à la pointe qui termine sa tige, & l'autre ne laissera voir en cet endroit qu'un point lumineux: ce qui prouve que la premiere dissipe l'électricité surabondante, dont sa surface intérieure est chargée, tandis que l'autre absorbe du réservoir commun une portion de fluide électrique, qui se porte à l'intérieur de cette bouteille.

En voulez-vous une ſeconde preuve ? la voici : Remettez les boutons au bout des tiges ; chargez l'une de ces bouteilles ſeulement au conducteur de l'électrophore, & venez enſuite la décharger ſur le conducteur d'une machine électrique ordinaire, & au bout duquel vous aurez attaché avec un peu de cire molle les fils dont nous avons fait mention précédemment, & qui portent de petites boules de moëlle de ſureau. Vous verrez alors ces fils s'écarter l'un de l'autre, en vertu de l'électricité que la bouteille leur aura communiquée. Or, ſi cette électricité eſt poſitive, ou ſurabondante, elle ſera de même eſpece que celle qui provient de la glace de la machine, & en conſéquence, ſi vous faites mouvoir cette derniere, les deux fils s'écarteront davantage, par l'addition du fluide électrique que cette glace leur fournira ; & c'eſt ce que l'expérience fait obſerver. Planche XXVI.

Enlevez alors cette quantité d'électricité à ces fils en touchant, ou en maniant le conducteur de la machine, & les fils reviendront à leur état naturel ; ils ſe rapprocheront & pendront parallèlement l'un à l'autre. Alors, électriſez la ſeconde bouteille au plan réſineux ; & lorſqu'elle le ſera ſuffiſam-

Planche XXVI. ment, venez faire toucher ſa tige au conducteur de la machine électrique. Les deux fils s'écarteront encore, comme dans le premier cas, mais cet écartement dépendra d'une électricité négative, contraire à celle que la glace peut fournir au conducteur. Pour vous en aſſurer, faites tourner la glace, mais avec la plus grande modération; l'électricité poſitive qui ſurviendra aux fils, détruira leur état d'électricité négative, & vous les verrez ſe rapprocher. Si vous continuez alors à faire tourner la glace, ils ſe chargeront d'une quantité ſurabondante d'électricité, & ils s'écarteront de nouveau.

Une expérience aſſez curieuſe à faire, & qui peut donner une idée de la maniere ſelon laquelle l'électricité ſe diſtribue ſur le plan réſineux négativement électriſé, c'eſt l'expérience que voici.

Soupoudrez de réſine la ſurface de ce plan, en preſſant contre cette ſurface la boule de gomme élaſtique remplie de cette ſubſtance pulvériſée. Electriſez alors, contre le conducteur d'une machine électrique, l'une des petites bouteilles dont nous venons de faire uſage. Tenez cette bouteille d'une main, & de l'autre la tige de métal courbée en forme de C, par ſon manche de cryſtal; approchez

approchez le bout de cette tige à une ligne près d'un des points de la ſurface du plan réſineux. Portez la tige de la bouteille chargée contre celle que vous tenez à la main; il partira de la premiere une étincelle qui ſe portera par le miniſtère de la ſeconde, au plan réſineux; elle repouſſera la réſine en différens ſens, & formera ſur ce plan une eſpece d'étoile à pluſieurs branches, qui deſtineront le paſſage de l'électricité à ce plan. Planche XXVI.

Tels ſont, en peu de mots, les principaux phénomènes que l'électrophore offre à notre curioſité : nous les avons décrits plus amplement dans notre *Précis hiſtorique & expérimental des phénomènes électriques*, & nous y avons expoſé la théorie ingénieuſe que le D. *Ingen-Houſz* a imaginée pour les expliquer.

SECTION ONZIEME.

Appareils deſtinés aux expériences de l'Aimant.

L'AIMANT appartient à la terre : la formation de celle-ci, la variété & la diſpoſition de ſes couches, les matieres qui s'engendrent & qu'elle recele dans ſon ſein, ſa conſtitu-

Planche XXVI. tion particuliere, font une grande partie de l'objet de l'hiſtoire naturelle, & offrent au Chimiſte pluſieurs recherches intéreſſantes dont le Phyſicien doit être inſtruit, mais dont nous ne ferons point mention ici. Nous remarquerons ſeulement qu'il en eſt de la terre comme des autres principes, dont nous avons aſſez amplement parlé; on la diſtingue en *terre élémentaire* & en *terre mixte.* La premiere ſeroit celle qu'on pourroit regarder comme abſolument ſimple, ou homogène & totalement dépouillée des ſubſtances hétérogènes & des autres principes avec leſquels elle eſt intimement combinée.

La difficulté qu'on éprouve à ſéparer parfaitement le principe terreux des autres principes & à l'obtenir parfaitement pur homogène, ou mieux, ſimilaire, de quelque ſubſtance qu'il provienne, a fait imaginer à pluſieurs que ce principe n'étoit point unique dans ſon eſpece, & qu'il falloit diſtinguer pluſieurs eſpeces de terres élémentaires. *Beccher* en admit de trois eſpeces différentes; le célebre *Stahl* embraſſa ſon opinion, mais il la rectifia & il ne regarda comme principe véritablement terreux, que celui que *Beccher* nommoit *terre vitrifiable.*

Mais cette queſtion étant tout-à-fait étran-

gere à notre objet, nous croyons devoir Planche
l'abandonner aux Chimiſtes, & renvoyer XXVII.
les Phyſiciens qui voudront l'étudier comme
il convient, aux Ouvrages qui nous ont paru
les mieux faits à cet égard. On peut ſur-
tout conſulter à ce ſujet le Dictionnaire de
Chimie de M. *Macquer*. Nous nous borne-
rons ici à l'examen des propriétés d'un miné-
ral particulier dont tous les Phyſiciens ont
parlé, mais dont aucun n'a expliqué juſqu'à
préſent d'une maniere ſatisfaiſante, les phé-
nomènes extraordinaires qu'il nous fait ob-
ſerver.

L'aimant ſe trouve dans preſque toutes
les mines de fer : nu & tel qu'il ſort des en-
trailles de la terre, il a très-peu de vertu,
il n'attire que foiblement le fer ; mais lorſ-
qu'il eſt armé, ſa vertu attractive augmente
prodigieuſement. En quoi conſiſte donc l'ar-
mure de l'aimant ? Comment faut-il procé-
der pour l'armer comme il convient ? Ce
ſont deux queſtions importantes à la vérité,
mais qui concernent plus l'Artiſte que le
Phyſicien. La figure 1e de la Planche XXVII, Fig. 1.
repréſente un aimant armé, chargé d'un
poids qu'il ſoutient.

On diſtingue dans l'aimant deux poles ;
l'un *nord* & l'autre *ſud*. Abandonné à lui-

Planche XXVII. même, l'une de ces parties se tourne invariablement au nord & l'autre au sud. On observe cependant une déviation dans cette direction, & c'est cette déviation qu'on nomme *la déclinaison de l'aimant.* Cette déclinaison est une véritable imperfection à laquelle on s'est proposé de remédier de tout tems, & le Physicien ne doit point ignorer la plupart des moyens qu'on a successivement imaginés à cet effet ; au moins doit-il connoître les principaux, ceux qui paroissent assez bien fondés, quoiqu'ils ne répondent point absolument à l'effet qu'on en attendoit.

Les poles de l'aimant ont une propriété bien connue : elle a donné naissance à quantité de phénomènes surprenans qui font encore tous les jours l'admiration de ceux même qui connoissent cette propriété. On démontre que dans deux aimants, les poles de même nom se fuient mutuellement lorsqu'ils sont libres & que les poles contraires s'attirent avec plus ou moins de force.

Parmi la multitude d'appareils plus merveilleux les uns que les autres, que nous pourrions choisir pour démontrer cette propriété, nous nous arrêterons aux deux suivans.

PREMIER APPAREIL. Planche XXVII.

Appareil fait pour démontrer l'action qu'exercent entre eux les poles de deux aimants.

A B (Pl. XXVII, fig. 2.) eſt une balance, à l'un des bras de laquelle on ſuſpend un aimant de maniere que ſon axe ſoit perpendiculaire à l'horizon, & que l'un ou l'autre de ſes poles ſe trouve en bas, ſuppoſons le pole nord, que nous déſignerons ici par N : on le met en équilibre avec un contre-poids ſuffiſant, placé dans le baſſin oppoſé de la balance. Fig. 2.

USAGE de cet Appareil.

Si on approche le pole nord N d'un autre aimant qu'on tient à la main & en deſſous du premier, ces deux poles ſe fuiront ; celui qui tient à la balance étant mobile, s'éloignera, la balance trébuchera, & le poids P deviendra prépondérant. Si on retire le ſecond aimant, & qu'après avoir rétabli l'équilibre on approche le pole ſud S du ſecond aimant du pole nord N, de celui qui eſt ſuſpendu, celui-ci ſera attiré, il entraînera le bras de la balance, & le poids P ne ſera plus propre à lui faire équilibre.

On peut encore faire cette expérience d'une maniere très-commode, avec deux aimants artificiels de l'eſpece de ceux qui ſont repréſentés (fig. 8.) & c'eſt même avec Fig. 8.

Planche XXVII. des aimants de cette espece que nous la faisons ordinairement.

SECOND APPAREIL.

Autre appareil pour le même effet. Fig. 3.

A & B (Pl. XXVII, fig. 3.) sont deux lames d'acier tout-à-fait semblables, très-larges d'un côté & très-aiguës de l'autre, pour qu'on distingue plus facilement ces deux côtés; elles sont un peu bombées pour qu'elles ne se touchent que par peu de surface, lorsqu'elles sont appliquées l'une sur l'autre.

USAGE de cet Appareil.

L'UNE & l'autre également aimantées, & de la même maniere, elles acquierent toutes les deux la vertu magnétique : elles ont chacune les mêmes poles qu'un aimant naturel, & ils jouissent des mêmes propriétés. Ces deux poles se trouvent semblablement situés par rapport aux extrémités de ces lames.

SI on les pose l'une sur l'autre de maniere que leurs extrémités semblables se rencontrent, dès qu'on cessera de les contraindre, on verra celle de dessus se mouvoir sur l'autre, & sa pointe se porter vers le gros bout de celle qui est dessous. Mais si on aimante ensuite l'une de ces lames en sens contraire, & qu'on la passe plusieurs fois de suite sur le pole d'un bon aimant, ses poles changeront

de place ; ils ſeront placés en ſens contraire des poles de l'autre lame ; & placées l'une ſur l'autre de la même maniere que précédemment, elles demeureront en ſituation. Planche XXVII.

On peut voir dans les Ouvrages deſtinés aux propriétés de l'aimant, mais plus particuliérement encore dans les Récréations mathématiques qu'on vient de publier depuis quelques années, combien ce principe eſt fécond pour multiplier les machines de ce genre, dont les effets, toujours agreables & ſurprenans, méritent d'occuper les momens de ceux qui ſe plaiſent à répéter des expériences purement amuſantes.

La derniere expérience que nous venons de décrire, ſuppoſe qu'on connoît la vertu communicative de l'aimant, qu'on ſait de quelle maniere on procéde lorſqu'on veut communiquer cette vertu à un morceau d'acier.

Suppoſons qu'on veuille aimanter la lame d'un couteau, on prend l'aimant d'une main & le couteau de l'autre : on fait paſſer celui-ci ſur l'un des poles de cet aimant, en commençant par la partie de la lame qui eſt la plus proche du manche, & lorſqu'on l'a aimantée juſqu'à la pointe, on décrit une eſpece de cercle A B C (fig. 4.) pour rame- Fig. 4.

Planche XXVII. ner la lame dans la même position où elle étoit au premier moment, & la repasser une seconde, une troisieme, une quatrieme fois, &c. & éviter, par ce moyen, qu'elle ne passe en sens contraire sur l'aimant.

Cette faculté de l'aimant, de communiquer ses propriétés au fer & à l'acier, a donné origine aux aimants artificiels. Lorsque ceux-ci sont faits avec soin, ils ont incomparablement plus d'énergie que la plupart des aimants naturels, & on s'en sert souvent plus commodément pour faire des expériences. On donne aux aimants artificiels toutes sortes de formes; il est bon d'en avoir de différentes especes dans un cabinet de Physique. Il est même indispensable d'en avoir un en forme de faisceau.

Troisieme Appareil.

Aimant artificiel en faisceau. Fig 5.

AB (Pl. XXVII, fig. 5.) est un faisceau de lames aimantées, réunies par des brides de cuivre *ab*, *ab*, *ab*, *ab*, &c. il est fait de plusieurs lames de fleurets bien dressées & aimantées séparément sur une pierre d'aimant, ou sur un autre aimant artificiel. Ces lames doivent être tellement réunies par les brides de cuivre qui les serrent, qu'elles doivent se toucher par tous leurs points. C'est une pe-

tite piece de fer doux qu'on nomme le *contact*. Il s'applique à l'un des poles de cet aimant, il y adhére & on le charge par le moyen de ſon crochet, des poids que cet aimant peut porter. Planche XXVII.

Aimant artificiel en fer-à-cheval. Fig. 6.

On donne encore aſſez communément aux aimants artificiels, la forme d'un fer à cheval A B C (Pl. XXVII, fig. 6.) ſouvent on en réunit pluſieurs de cette eſpece, & on leur donne une armure particuliére, comme on le pratique par rapport aux aimants naturels. On augmente, par ce moyen, la force de ces ſortes d'aimants artificiels, au point de leur faire porter des fardeaux très-conſidérables.

Aimant artificiel fait de pluſieurs lames avec des armures. Fig. 7.

Quelquefois on réunit pluſieurs lames d'acier aimantées & bien dreſſées, & on leur donne une armure ſemblable à celle d'un aimant naturel, comme on peut l'obſerver (Pl. XXVII, fig. 7.) Ceux-ci ſont encore très-généreux, ſur-tout s'ils ſont compoſés de deux rangs de lames diſpoſées parallèlement entre elles, & ſéparées par une lame de cuivre ou de bois, le tout réuni dans la même armure.

Barreau magnétique. Fig. 8.

Depuis quelques années on a imaginé de faire de petits barreaux d'acier, dont la vertu eſt aſſez forte pour faire la plus grande partie

Planche XXVII. des expériences sur l'aimant. On voit un de ces barreaux (Pl. XXVII, fig. 8.) L'Auteur, M. l'Abbé *Lenoble*, les a destinés à la guérison des maux de dents. Pour en faire usage, il faut que la personne sur laquelle on opere, ait le visage tourné du côte du nord, & qu'on touche la partie affectée avec le pole sud de l'aimant : comme tout le monde n'est pas à portée de s'orienter, on a imaginé depuis, de donner à ces barreaux la forme d'un parallélipipède, de pratiquer au milieu un petit chaton, un trou évasé de façon que le barreau puisse se tenir en équilibre sur un pivot. Mis sur ce pivot au moment où l'on veut en faire usage, on le voit se mouvoir circulairement, & prendre la direction magnétique. Le pole nord marqué sur une de ses extrémités, se dirigeant & se fixant au nord, on voit de quel côté il faut tourner le visage de la personne qu'on veut opérer.

Planche XXVIII. Les barreaux de M. Gnith. Fig. 1.

On peut encore varier la forme des aimants artificiels ; les barreaux de M. *Gnith* sont, sans contredit, les meilleurs de tous ceux qui peuvent trouver place dans le cabinet d'un Physicien. Ce sont des lames d'acier auxquelles on donne différentes dimensions : elles sont très-bonnes & très-énergiques, lorsqu'elles ont un pied de

longueur, un pouce de largeur & trois lignes d'épaiſſeur. On range ces barreaux deux à deux dans une boîte A B (Pl. XXVIII, fig. 1.) & on les diſpoſe de maniere que leurs poles contraires ſe correſpondent : ils doivent être ſéparés l'un de l'autre par une lame de bois de même épaiſſeur & de même longueur que les barreaux. On applique à leurs extrémités une lame de fer doux *a b*, *a b*, dont la longueur répond à celle que ces deux barreaux occupent dans la largeur de la boîte, & dont l'épaiſſeur & la largeur ſont égales à celles de ces barreaux. Il faut néceſſairement ſe procurer deux boîtes ſemblables, & être muni de quatre barreaux. On peut cependant, pour plus grande commodité, les diſpoſer tous les quatre dans la même boîte, comme on peut l'obſerver ici. Ils ſervent, pris deux à deux, à communiquer la vertu magnétique avec beaucoup plus d'intenſité, & elle eſt beaucoup plus tenace, ſi on peut s'exprimer ainſi, que lorſqu'on la communique avec tout autre aimant. Ils ſervent auſſi à ſe fortifier les uns & les autres, lorſque leur vertu s'affoiblit. On peut conſulter, à cet égard, le Cours de Phyſique de *Muſchenbroek*; on y apprendra de quelle maniere on procéde dans tous les uſages auxquels on peut deſti- Planche XXVIII.

Planche XXVIII. ner ces sortes de barreaux. On peut encore consulter, sur la construction des aimants artificiels, un excellent Ouvrage de M. *Canton*, traduit par le P. *Rivoire*, intitulé, *Traité sur les aimants artificiels*. Tous ces objets concernent plus l'Artiste que le Physicien, qui ne doit cependant pas ignorer toutes les pratiques de ce genre, & qui doit en faire mention.

La vertu communicative de l'aimant est, sans contredit, une de ses propriétés les plus essentielles : c'est celle qui a donné naissance aux *boussoles*, dont tout le monde reconnoît l'importance pour diriger le Pilote dans les voyages de long cours. Plusieurs réclament l'honneur de cette précieuse découverte, & ce point historique, que nous abandonnons aux recherches du Physicien, n'est point encore bien établi. Nous nous bornerons à décrire ici ce précieux appareil.

Quatrieme Appareil.

La boussole. Fig. 2. La figure 2 de la Pl. XXVIII, représente une boussole suspendue dans sa boîte ; elle est composée de trois parties principales, de la *rosette*, de la *suspension* & de la *boîte* qui renferme tout l'appareil.

La rosette, que quelques-uns appellent la

roſe (Pl. XXVIII, fig. 3.) eſt faite d'un mor- Planche
ceau de carton fin, ou d'une feuille de talc XXVIII.
couverte de papier, dont la forme doit être Fig. 3.
circulaire, & dont la circonférence eſt diviſée en trois cent ſoixante degrés. Le diamètre de cet inſtrument doit être égal à une lame d'acier aimantée, qu'on appelle *l'aiguille*. On lui donne depuis ſix juſqu'à dix pouces de longueur. Cette aiguille eſt montée ſur une petite *chape* ou *capelle*, faite de métal ou d'agate, & dont la forme approche de celle d'un petit cône creux. Ce cône paſſe à travers l'épaiſſeur de l'aiguille, & excède de deux à trois lignes le plan de cette derniere. Celle-ci eſt attachée en deſſus ou en deſſous de la roſette, & poſe ſur un pivot dont nous parlerons dans le moment. Il faut avoir ſoin de diſpoſer cette aiguille de maniere que ſon pole nord réponde à la fleur-de-lis.

La ſuſpenſion de cet appareil eſt on ne peut plus ſimple. Un hémiſphère creux de cuivre (fig. 4.) porte ſur ſon bord deux petits tou- Fig. 4.
rillons B B, diamétralement oppoſés, & par leſquels il eſt ſuſpendu & mobile dans une zone circulaire de même métal. Cette zone ſe meut elle-même ſur deux autres tourillons ſemblables A, dont la poſition coupe celle des deux premiers à angles droits. Le

Planche XXVIII. fond de cet hémisphère est lesté de plomb, & de son centre s'éleve un pivot très-dur & très-pointu qui porte la rosette. Sur les bords du même hémisphère, on voit deux pinules D D, qui s'élevent parallèlement entre elles.

Fig. 2. La boîte qui contient cet appareil (fig. 2.) est faite ordinairement de bois de noyer. On y remarque deux petites entailles destinées à recevoir les tourillons A A.

Usage de cet Appareil.

Nous avons déjà fait connoître en traitant des centres de gravité, l'avantage qu'on peut attendre d'une suspension de cette espece. La rosette doit nécessairement conserver sa situation horisontale, malgré les mouvemens dont le vaisseau, & conséquemment la boîte de l'instrument, doit être agitée.

On conçoit d'après la description succincte que nous venons de donner de cet instrument, que lorsqu'on bornoie un objet à travers les pinules, la rosette tournant librement sur son pivot & obéissant à l'action de l'aiguille aimantée, doit indiquer, par le nombre de degrés interceptés entre la pinule la plus éloignée de l'œil & l'endroit où l'aiguille se fixe, à quel point de l'horison répond l'objet qu'on observe, ayant cependant toutefois égard à la déclinaison de cette aiguille.

Ceux qui ſeront curieux de connoître plus particuliérement cet inſtrument & les uſages auxquels on peut le deſtiner, pourront conſulter le premier volume du Cours de Phyſique de *Muſchenbroek*, ainſi qu'un très-bon Ouvrage de M. *Bézout*, intitulé, *Traité de la navigation*, faiſant ſuite à ſon Cours de Mathématiques. Planche XXVIII.

La déclinaiſon de l'aiguille aimantée n'eſt pas le ſeul défaut qu'on puiſſe lui reprocher : elle a encore une autre propriété qui n'eſt pas moins défectueuſe, & qui mérite d'autant plus l'attention du Phyſicien, qu'il reſte encore bien des recherches & des obſervations à faire à ce ſujet.

On remarque dans les climats ſeptentrionaux, que la partie d'une aiguille aimantée qui ſe dirige vers le nord, s'incline auſſi vers la terre, & que cette inclinaiſon varie tellement, qu'il n'eſt guere poſſible juſqu'à préſent de ſe procurer des aiguilles dont les déclinaiſons puiſſent être comparées. Le Phyſicien qui doit étudier cette ſinguliere propriété de l'aimant, apprendra que le plus ou le moins d'inclinaiſon qu'on remarque en différentes aiguilles, dépend non-ſeulement de la longueur de ces aiguilles, mais encore de la qualité de l'acier dont elles ſont faites,

Planche XXVIII. & plus particuliérement encore de l'énergie de l'aimant qui leur a communiqué la vertu magnétique. Il apprendra, s'il consulte avec soin le peu d'observations qu'on a rédigées, que toutes choses égales d'ailleurs, cette inclinaison va en augmentant à proportion qu'on s'approche du pole; & s'il veut s'assurer de ce fait en général par un procédé très-simple, il peut faire usage de l'appareil suivant.

CINQUIEME APPAREIL.

Aiguille d'inclinaison Fig. 5. EF (Pl. XXVIII, fig. 5.) est une aiguille d'acier dont la partie GF ressemble assez à la lame d'un couteau. La portion GE est fendue & fait ressort pour contenir sur tous les points de sa longueur, un petit poids E qui l'embrasse & qui glisse dessus.

Cette aiguille est traversée en G par un axe semblable à celui d'une balance, & pose sur un support S dont les deux branches se terminent en fourchette.

ABC est un arc de cuivre divisé par degrés. *de* est un à-plomb qui sert à caller la machine, en faisant usage, pour cet effet, des vis qui traversent son pied.

USAGE

Planche XXVIII.

USAGE de cet Appareil.

On commence par mettre l'aiguille en équilibre avec elle-même, en faiſant avancer ou reculer le petit poids E ſur la longueur de la branche GE. Cela fait, on aimante cette aiguille en faiſant paſſer ſa partie GF, de G en F ſur le pole d'un bon aimant, & on remarque, lorſqu'on la repoſe ſur ſon pivot, que l'extrémité F s'incline vers la terre: on juge du degré d'inclinaiſon qu'elle prend alors, par celui auquel elle répond dans l'arc ABC.

On peut, à l'aide des inſtrumens que nous avons décrits, faire aſſez commodément toutes les expériences qui concernent l'aimant. Il eſt cependant bon encore de ſe procurer une petite boîte A (fig. 6.) dont la partie ſupérieure, faite en forme d'anneau qui ſe viſſe ſur la boîte, ſoit recouverte d'une gaze aſſez fine pour tamiſer de la limaille de fer qu'on renferme dans cette boîte. Elle peut être d'un fréquent uſage, ſur-tout lorſqu'on veut reconnoître les poles d'un aimant. Fig. 6.

Quant à la multitude d'appareils dont les Livres ſont remplis ſur cet objet, je les regarde comme autant d'agréables bagatelles dont on peut ſe paſſer aiſément, & qui ne

Planche XXVIII. méritent point d'être rangées parmi les machines qui doivent composer le cabinet d'un Physicien. Nous en excepterons, si on veut, les deux appareils suivans : le premier fait pour démontrer que l'action de l'aimant ou le magnétisme, se transmet à travers toutes sortes de corps, à l'exception du fer. Le second, pour démontrer qu'il se transmet encore à travers la flamme, quoiqu'elle nuise plus ou moins à la vertu magnétique d'un aimant naturel ou artificiel, qui seroit exposé jusqu'à un certain point à son action.

SIXIEME APPAREIL.

Appareil fait pour démontrer que l'action de l'aimant se transmet à travers toutes sortes de corps, à l'exception du fer. Fig. 7.

AB (Pl. XXVIII, fig. 7.) est un cercle de bois qui porte une feuillure sur laquelle on établit successivement différens plans circulaires, dont le diamètre est proportionné à celui de la feuillure. Il faut en avoir de différens bois, de verre & de tous les métaux, autant qu'il est possible.

Ce cercle est élevé de quinze à dix-huit pouces au-dessus de la tablette C D, sur laquelle il est établi par trois pieds de même matiere. On voit au-dessous de ce cercle un petit aimant E, arrêté sur une tablette F qui s'éleve & qui s'abaisse dans un support G. Ce support se termine inférieurement par

un pivot H. On voit en *a*, une poulie dont la corde vient embraſſer la gorge d'une ſeconde poulie *b*, ſituée vers l'extrémité de la tablette CD. Celle-ci ſe meut par une manivelle M. Planche XXVIII.

USAGE de cet Appareil.

ON répand avec le petit ſas A (fig. 6.) de la limaille de fer ſur les différens corps qu'on poſe ſucceſſivement dans le cadre AB (fig. 7.) On fait enſuite tourner la manivelle M, & le mouvement qu'on imprime à l'aimant E, agite plus ou moins ſenſiblement cette limaille. Cet effet a lieu à travers tous les corps poſſibles, à l'exception du fer. Fig. 6. Fig. 7.

SEPTIEME APPAREIL.

A (Pl. XXVIII, fig. 8.) eſt un vaiſſeau de métal dans lequel on met de l'eſprit-de-vin. Ce vaiſſeau eſt poſé ſur une tablette de bois B, qui ſe meut de bas en haut ſur le ſupport C, élevé ſur la petite tablette DE. F eſt une colonne de bois qui porte un pivot, ſur lequel on poſe une aiguille aimantée. La machine doit être conſtruite de maniere que l'aiguille ne ſoit éloignée que de deux ou trois pouces du vaiſſeau A. Appareil qui démontre l'action de l'aimant à travers la flamme. Fig. 8.

USAGE de cet Appareil.

ON allume l'eſprit-de-vin renfermé dans le

Planche XXVIII. vaisseau A. La flamme s'éleve à une hauteur plus ou moins grande au-dessus de ce vaisseau. On éleve ou on abaisse la tablette qui le porte, de maniere que l'aiguille réponde vers le milieu de la hauteur de cette flamme. Cela fait, on présente alternativement à l'aiguille & au-delà de la flamme, les poles d'un bon aimant, & on remarque que cette aiguille, maîtrisée par la vertu polaire de l'aimant, lui présente alternativement ses deux extrémités. On se sert très-commodément, pour cet effet, du faisceau A B (Pl. XXVII, fig. 5.)

Pl. XXVII, Fig. 5.

S'il est important de connoître les propriétés de l'aimant & tous les phénomènes qu'il offre à notre curiosité, il le seroit infiniment de pouvoir en assigner la cause. La matiere est encore neuve, malgré les travaux opiniâtres de quantité de Savans, & on ne peut trop exhorter les Physiciens à faire de nouveaux efforts pour arracher à la nature un secret dont elle a paru si jalouse jusqu'à présent. Parmi les différentes opinions qu'on a proposées, on doit distinguer celles de M. *Dufay* & de M. *de Reaumur* : on les trouvera exposées dans les Mémoires de l'Académie pour l'année 1730.

Fin du Tome second.

TABLE
DES MATIERES.
TOME SECOND.

SECTION VII. Des appareils néceſſaires pour démontrer les propriétés de l'air. page 1

ART. I. Des appareils propres à démontrer les propriétés de l'air principe. 2

L'air compris dans les mixtes doit être conſidéré ſous deux états. ibid.

Moyens d'obtenir l'air principe. ibid.

——— Sa quantité dans les mixtes. 4

——— Sa dénomination d'air fixe. ibid.

Matériaux qu'on emploie pour dégager l'air fixe proprement dit. 6

Premier appareil. Cuve & ſes dépendances pour obtenir l'air principe de la craie. 7

Uſage de ces appareils. 9

Analogie de ce principe avec l'air atmoſphérique. 10

Diſparités entre ces deux fluides. 11

Second appareil pour démontrer que l'air fixe eſt plus peſant que l'air ordinaire & qu'il éteint les lumieres. 12

Uſage de cet appareil. ibid.

Troiſieme appareil pour démontrer que l'air fixe eſt méphytique, & qu'il fait périr ceux qui le reſpirent. 15

Uſage de cet appareil. ibid.

Bonnes qualités de l'air fixe. 16
Il eſt antiſeptique au ſuprême degré. 17
Quatrieme appareil propre à détruire la putréfaction d'une ſubſtance animale. ibid.
Uſage de cet appareil. ibid.
Maniere d'adminiſtrer extérieurement l'air fixe au corps humain. 20
Lavement d'air fixe. 21
Cinquieme appareil propre à démontrer l'affinité de l'air fixe avec l'eau. 22
Uſage de cet appareil. 23
Eau aérée. 25
Méthode de M. Hulme. 26
ART. II. Des appareils faits pour démontrer les propriétés de l'air conſidéré comme mixte. 27
PARAG. I. Des appareils néceſſaires pour démontrer les propriétés de l'air, abſtraction faite des ſubſtances étrangeres avec leſquelles il eſt naturellement combiné. 28
Diviſion de ce paragraphe. 29
NOMBRE I. Des appareils propres à démontrer la peſanteur de l'air. ibid.
Premier appareil. Tube de Toricelli. 31
Uſage de cet appareil. ibid.
Obſervation ſur cette expérience. 32
Second appareil. Autre tube de Toricelli. 33
Uſage de cet appareil. ibid.
Troiſieme appareil pour démontrer l'adhérence du récipient à la platine. 34
Uſage de cet appareil. ibid.
De quelle maniere l'air s'évacue ſous le récipient de la machine pneumatique. ibid.

Quatrieme appareil. Le caſſe-veſſie. 37
Uſage de cet appareil. ibid.
Obſervation ſur cette expérience. ibid.
Cinquieme appareil. Le caſſe-bouteille. 38
Uſage de cet appareil. 39
Sixieme appareil. Les hémiſphères de Magdebourg. ibid.
Uſage de cet appareil. 40
Septieme appareil. Les hémiſphères ſous le récipient de la machine pneumatique. 41
Uſage de cet appareil. ibid.
Huitieme appareil. Le ballon à peſer l'air. 42
Uſage de cet appareil. 43
Neuvieme appareil fait pour démontrer la preſſion latérale de l'air. 45
Uſage de cet appareil. ibid.
Dixieme appareil fait pour démontrer la preſſion de l'air de bas en haut. ibid.
Uſage de cet appareil. ibid.
Onzieme appareil fait pour démontrer la preſſion de l'air en tous ſens. 46
Uſage de cet appareil. ibid.
NOMB. II. Des appareils propres à démontrer le reſſort de l'air. 47
I. MOYEN. Des appareils qui démontrent le reſſort de l'air par la raréfaction. ibid.
Premier appareil. Jet-d'eau dans le vide. 48
Uſage de cet appareil. ibid.
Second appareil fait pour démontrer la progreſſion ſelon laquelle l'air ſe dilate. 49
Uſage de cet appareil. 50
Troiſieme appareil. Veſſie flaſque qui ſe tuméfie ſous le récipient. ibid.

Uſage de cet appareil. 50
Quatrieme appareil. Veſſie qui ſouleve un poids par la dilatation de l'air qu'elle contient. 51
Uſage de cet appareil. ibid
Cinquieme appareil fait pour démontrer que la dilatation de l'air diminue la peſanteur ſpécifique de certains corps. 52
Uſage de cet appareil. ibid.
Cadavre qui revient ſur l'eau. 53
Sixieme appareil. Biere qui mouſſe ſous le récipient. 54
Uſage de cet appareil. ibid.
Septieme appareil. Ventouſe ſeche. ibid.
Uſage de cet appareil. ibid.
Huitieme appareil. Jet-d'eau occaſionné par la raréfaction de l'air, produite par l'interméde du feu. 55
Uſage de cet appareil. 56
II. Moyen. Des appareils propres à manifeſter le reſſort de l'air par la compreſſion qu'on lui fait ſubir. 57
Neuvieme appareil. L'air comprimé par l'addition du poids d'une colonne de mercure. ibid.
Uſage de cet appareil. 58
Dixieme appareil. La fontaine de compreſſion. 59
Uſage de cet appareil. 61
Onzieme appareil. Fuſil à vent. 62
Uſage de cet appareil. 63
Nomb. III. Des appareils propres à démontrer les applications qu'on a ſu faire de la peſanteur & du reſſort de l'air. 64
Premier appareil. La pompe de celliers. 65
Uſage de cet appareil. ibid.
Second appareil. L'arroſoir percé par le fond. ibid.

Uſage de cet appareil. 66
Troiſieme appareil. L'entonnoir magique. ibid.
Uſage de cet appareil. ibid.
Quatrieme appareil. La fontaine intermittente. 67
Uſage de cet appareil. 68
Cinquieme appareil. Fontaine d'Hyéron. 69
Uſage de cet appareil. 70
Sixieme appareil. Le ſiphon ordinaire. 71
Uſage de cet appareil. 72
Septieme appareil. Le ſiphon double. 73
Uſage de cet appareil. ibid.
Huitieme appareil. Le ſiphon à jet-d'eau. 74
Uſage de cet appareil. ibid.
Neuvieme appareil. Autre ſiphon à jet-d'eau. ibid.
Uſage de cet appareil. 75
Dixieme appareil. Le ſiphon de Reiſelius. ibid.
Uſage de cet appareil. 76
Onzieme appareil fait pour démontrer la cauſe de ces phénomènes. ibid.
Uſage de cet appareil. 77
Douzieme appareil. Verre à diabete. ibid.
Uſage de cet appareil. 78
Treizieme appareil. Autre eſpece de verre à diabetes. ibid.
Uſage de cet appareil. ibid.
Quatorzieme appareil. Pompe aſpirante. 79
Uſage de cet appareil. ibid.
Quinzieme appareil. Pompe élévatoire. ibid.
Uſage de cet appareil. 80
Seizieme appareil. La pompe foulante. ibid.
Uſage de cet appareil. 81
Dix-ſeptieme appareil. Pompe aſpirante & élévatoire. 82

Uſage de cet appareil. 84
Dix-huitieme appareil. Pompe aſpirante & foulante. ibid.
Uſage de cet appareil. 85
Dix-neuvieme appareil. Pompe aſpirante & foulante à réſervoir d'air. 86
Uſage de cet appareil. ibid.
Vingtieme appareil. Jet-d'eau occaſionné par la prépondérance de l'air extérieur. 87
Uſage de cet appareil. 88
Vingt-unieme appareil. Pompe aſpirante dans le vide ibid.
Uſage de cet appareil. 89
PARAG. II. Des appareils propres à faire connoître les qualités de l'air atmoſphérique. 90
Diviſion de ce paragraphe. 91
NOMB. I. Du Thermomètre. ibid.
Premier appareil. Thermomètre de Drebbel. ibid.
Défauts du thermomètre de Drebbel. 93
Thermomètre de Sanctorius. ibid.
Second appareil. Thermomètre de Florence. 94
Défauts du thermomètre de Florence. 95
Obſervation ſur la maniere de remplir cet inſtrument. ibid.
Troiſieme appareil. Thermomètre de Farenheit. 96
Quatrieme appareil. Thermomètre de Réaumur. 98
Obſervation ſur les deux termes de l'échelle de Réaumur. 100
Cinquieme appareil pour démontrer l'influence de l'air ſur l'ébullition de l'eau. 102
Uſage de cet appareil. ibid.

Sixieme appareil pour démontrer que l'eau qui commence à bouillir a acquis toute la chaleur qu'elle peut acquérir. 103
Uſage de cet appareil. ibid.
Nomb. II. Du Baromètre. 108
Origine du Baromètre. ibid.
Diviſion des Baromètres. 109
Premier appareil. Baromètre ſimple plongé. ibid.
Uſage de cet appareil. ibid.
Incertitude des inductions qu'on en tire. 110
Obſervations ſur la maniere de conſtruire ces inſtrumens. 111
Obſervation ſur les Baromètres ſimples portatifs. 112
Excellent Baromètre ſimple & portatif. 113
Le même, muni de ſon thermomètre. 114
Second appareil. Baromètre ſimple & incliné du Chevalier Morland. 115
Uſage de cet appareil. 116
Troiſieme appareil. Baromètre ſimple & incliné de MM. Caſſini & Bernouilli. ibid.
Uſage de cet appareil. 117
Quatrieme appareil. Baromètre à cadran. 118
Uſage de cet appareil. ibid.
Cinquieme appareil. Baromètre double de Huygens. 120
Uſage de cet appareil. 121
Sixieme appareil. Baromètre raccourci d'Ozanam. 122
Uſage de cet appareil. 123
Nomb. III. Des Hygromètres. 124
Premier appareil. Premiere eſpece d'hygromètre. ibid.
Uſage de cet appareil. ibid.
Second appareil. Seconde eſpece d'hygromètre. 125

Uſage de cet appareil. 125
SECT. VIII. Des appareils faits pour démontrer les propriétés de l'air en mouvement. 128
Diviſion de cette Section. ibid.
ART. I. Des appareils faits pour démontrer les effets des vents. ibid.
Premier appareil. Anemomètre. 130
Uſage de cet appareil. 131
Second appareil fait pour démontrer l'influence du vent ſur le baromètre. 132
Uſage de cet appareil. 133
ART. II. Des appareils faits pour démontrer les propriétés du ſon. 134
Diviſion de cet article. 135
PARAG. I. Des appareils faits pour démontrer les propriétés du ſon conſidéré dans le corps ſonore. ibid.
Premier appareil fait pour démontrer l'altération dans la figure d'un corps ſonore, tandis qu'il réſonne. 136
Uſage de cet appareil. ibid.
Second appareil, plus ſimple que le précédent. 137
Uſage de cet appareil. ibid.
Troiſieme appareil deſtiné au même effet. ibid.
Uſage de cet appareil. ibid.
D'où provient la diverſité des ſons. ibid.
Tons. 138
Quatrieme appareil. Diapaſon. ibid.
Uſage de cet appareil. ibid.
Défauts de cet inſtrument. ibid.
Cinquieme appareil. Autre eſpece de diapaſon. 139

Uſage de cet appareil. 139
Défauts de ce nouveau diapaſon. ibid.
Sixieme appareil. Sonomètre. 141
Uſage de cet appareil. 142
Uniſſon, octave, quinte. ibid.
Quarte, tierce, tierce-mineure. 143
Parag. II. Des appareils faits pour démontrer les propriétés du ſon conſidéré dans le milieu qui le tranſmet 144
Nomb. I. Des appareils faits pour démontrer en quoi conſiſte le ſon conſidéré dans le milieu qui le tranſmet, & quelles ſont les qualités requiſes à ce milieu, pour qu'il ſoit propre à cet effet. 146
Premier appareil qui démontre que le ſon, conſidéré dans l'air, conſiſte dans un mouvement vibratoire de ce fluide. ibid.
Uſage de cet appareil. ibid.
Conditions néceſſaires pour qu'un milieu ſoit propre à cet effet. 147
Second appareil fait pour démontrer que la denſité & le reſſort ſont deux qualités néceſſaires à la tranſmiſſion du ſon. ibid.
Uſage de cet appareil. 148
Obſervation ſur la maniere de faire cette expérience. 149
Troiſieme appareil. Machine à condenſer l'air. 150
Uſage de cet appareil. 151
Quatrieme appareil de M. Zanotti, pour juger de l'intenſité du ſon augmentée par le changement de denſité du reſſort de l'air. 152
Uſage de cet appareil. 153

Cinquieme appareil fait pour démontrer la néceſſité d'un milieu, qui arrive juſqu'à l'organe, pour que la perception du ſon ait lieu. 154

Uſage de cet appareil. 155

QUEST. II. Des appareils faits pour démontrer le milieu qui paroît le plus propre à la tranſmiſſion du ſon. 156

Sixieme appareil fait pour démontrer que l'eau eſt un milieu propre à la tranſmiſſion du ſon. ibid.

Uſage de cet appareil. 157

QUEST. III. Des appareils propres à augmenter l'intenſité du ſon. ibid.

Septieme appareil. Porte-voix. 158

Uſage de cet appareil. ibid.

Huitieme appareil. Tubes acouſtiques. 159

Uſage de cet appareil. ibid.

QUEST. IV. Des appareils propres à démontrer quels ſont les obſtacles qui diminuent l'intenſité du ſon. 160

Neuvieme appareil propre à amortir le ſon. ibid.

Uſage de cet appareil. 161

SECT. IX. Des appareils faits pour démontrer les effets de l'air ſur l'économie animale. ibid.

Premier appareil fait pour démontrer la néceſſité de l'air pour l'entretien de la vie animale. 162

Uſage de cet appareil. ibid.

Second appareil fait pour démontrer la cauſe immédiate de la mort d'un animal dans le vide. 164

Uſage de cet appareil. 165

Troiſieme appareil fait pour démontrer l'inſalubrité de l'air imprégné de la tranſpiration animale. 167

Uſage de cet appareil. 168
Quatrieme appareil fait pour démontrer que l'air, chargé de toute vapeur ou de toute exhalaiſon, devient nuiſible à la reſpiration. 170
Uſage de cet appareil. 171
Cinquieme appareil fait pour examiner les effets de l'air imprégné des vapeurs du ſoufre. 173
Uſage de cet appareil. 174
SECT. X. Des appareils deſtinés à faire connoître les propriétés & les effets du feu. 179
Diviſion de cette Section. 180
ART. I. Des appareils néceſſaires pour démontrer les propriétés du feu dans un état de combinaiſon, ou du phlogiſtique. ibid.
Premier appareil. Inflammation produite par la combinaiſon du phlogiſtique avec une ſubſtance non inflammable. 182
Uſage de cet appareil. 183
Origine de la découverte de l'air inflammable. 184
Second appareil pour obtenir, par la combinaiſon de l'acide vitriolique & du phlogiſtique, de l'acide ſulfureux volatil & de véritable ſoufre. 185
Uſage de cet appareil. ibid.
Troiſieme appareil qui démontre que le phlogiſtique peut être regardé comme le principe des odeurs & des couleurs. 187
Uſage de cet appareil. ibid.
Quatrieme appareil pour démontrer que l'addition du phlogiſtique peut diminuer la peſanteur du corps auquel il eſt uni. 193

Uſage de cet appareil. 193
Obſervation ſur cette expérience. 195
ART. II. Des appareils néceſſaires pour démontrer les propriétés du feu pur, dégagé de tout état de combinaiſon. 198
Premier appareil fait pour démontrer que la matiere ignée tend à ſe mettre en équilibre dans tous les corps. 200
Uſage de cet appareil. 201
Second appareil fait pour démontrer l'expanſion des liquides, occaſionée par la chaleur. 203
Uſage de cet appareil. 204
Obſervation ſur cette expérience. ibid
Troiſieme appareil. Le Pyromètre. 205
Uſage de cet appareil. 208
Quatrieme appareil. Autre eſpece de pyromètre pour démontrer la dilatation en tout ſens. 210
Uſage de cet appareil. ibid.
Application de cet effet aux pendules. 211
Autre application à la peſanteur ſpécifique des corps. 212
Autre effet du feu. 213
Cinquieme appareil pour démontrer la fuſion d'un métal par l'interméde d'un flux. 214
Uſage de cet appareil. ibid.
Sixieme appareil fait pour démontrer que l'action du feu libre augmentée par le phlogiſtique, attaque & diviſe une piece de monnoie. 215
Uſage de cet appareil. ibid.
Septieme appareil pour l'expérience de la poudre fulminante. 216

Uſage de cet appareil. 216
Moyens particuliers de développer la matiere ignée. 220
Phoſphore d'urine. 221
Pirophore d'Homberg. 223
Huitieme appareil. Drogues néceſſaires pour les expériences qu'on connoît en Phyſique ſous le nom *d'expériences des fermentations.* 225
Uſage des drogues énoncées ci-deſſus. 226
Caractere des acides. ibid.
Caractere des alkalis. ibid.
Effervescences. 227
Effervescence avec ébulition. 228
Vapeurs. 229
Effervescence accompagnée d'ébullition & d'inflammation. 229
Champignon philoſophique. 230
Neuvieme appareil. Rouage avec lequel on frappe une pierre à fuſil dans le vide. 231
Uſage de cet appareil. 233
ART. III. Des appareils néceſſaires pour les expériences de la lumiere. 235
Objet de cet article. 237
Diviſion de cet article. 239
PARAG. I. Des appareils propres aux expériences de l'Optique. ibid.
Premier appareil univerſel pour diriger la lumiere dans l'intérieur d'une chambre. 240
Uſage de cet appareil. 243
Second appareil. Eſpece de banc qui porte pluſieurs pieces néceſſaires aux expériences. 244

Plan de métal percé d'un ſeul trou. 245
Chaſſis qui reçoit les impreſſions de la lumiere. ibid.
Uſage de cet appareil. ibid.
Troiſieme appareil. Plan de métal percé de pluſieurs trous. 246
Uſage de cet appareil. ibid.
Quatrieme appareil fait pour démontrer de quelle maniere les objets ſe peignent dans l'œil. 248
Uſage de cet appareil. 249
Explication d'un phénomène relatif à la viſion. 252
PARAG. II. Des appareils propres aux expériences de la Dioptrique. 254
Premier appareil propre à démontrer la réfraction des rayons ſolaires. 257
Uſage de cet appareil. ibid.
Second appareil. L'œil artificiel. 264
Uſage de cet appareil. 265
Troiſieme appareil fait pour repréſenter l'effet du Téleſcope Hollandois. 267
Uſage de cet appareil. 268
Quatrieme appareil fait pour démontrer les effets d'une lunette à quatre verres. 270
Uſage de cet appareil. 271
Lunette achromatique. 272
Cinquieme appareil. Microſcope ſolaire. 274
Uſage de cet appareil. 276
Sixieme appareil. Lanterne magique au ſoleil. 277
Uſage de cet appareil. 278
PARAG. III. Des appareils deſtinés aux expériences de la Catoptrique. ibid.
Premier appareil fait pour démontrer les loix ſelon leſquelles la lumiere ſe réfléchit. 279

Uſage de cet appareil. 281
Second appareil. Téleſcope Grégorien. 288
Uſage de cet appareil. 289
PARAG. IV. Des appareils deſtinés aux expériences des couleurs. 291
Diviſion de ce paragraphe. ibid.
NOMB. I. Des appareils faits pour démontrer les couleurs dans les rayons du ſoleil. ibid.
Premier appareil propre à démontrer que les rayons de la lumiere ſont colorés. ibid.
Uſage de cet appareil. 293
Second appareil. Plan percé de ſept trous pour ſéparer les ſept rayons colorés. 294
Uſage de cet appareil. ibid.
Troiſieme appareil fait pour ſéparer un des ſept rayons colorés. 296
Uſage de cet appareil. 297
Quatrieme appareil fait pour démontrer que les rayons les plus réfrangibles ſont en même tems les plus réflexibles. 300
Uſage de cet appareil. 301
NOMB. II. Des appareils néceſſaires pour faire obſerver en quoi conſiſtent les couleurs dans les objets colorés. 303
Appareils faits pour démontrer en quoi conſiſtent les couleurs dans les objets colorés. ibid.
Uſage de ces appareils. 304
ART. IV. Des appareils néceſſaires pour les expériences de l'électricité. 308
PARAG. I. Principal appareil. 310
Machine électrique. ibid.

Iſoloir pour les malades. 317
Uſage de cet appareil. 318
Compoſition de l'amalgame. 319
Parag. II. Des appareils dépendans de la machine électrique. 323
Nomb. I. Des appareils propres à démontrer les attractions, les répulſions, la communication & la propagation de la vertu électrique. 325
Premier appareil. Attractions & répulſions démontrées par les mouvemens d'un fil de lin. ibid.
Uſage de cet appareil. ibid.
Second appareil. Même effet démontré par pluſieurs fils aſſemblés. ibid.
Uſage de cet appareil. 326
Troiſieme appareil. Barbes de plumes qui s'éloignent également les unes des autres. ibid.
Uſage de cet appareil. ibid.
Quatrieme appareil. Corps légers attirés & repouſſés entre deux platines. 327
Uſage de cet appareil. ibid.
Cinquieme appareil. Danſe de pantins effectuée par le même principe. 328
Uſage de cet appareil. 329
Sixieme appareil. Le carillon électrique. 330
Uſage de cet appareil. 331
Septieme appareil fait pour démontrer la rapidité avec laquelle la matiere électrique ſe tranſmet à une grande diſtance. ibid.
Uſage de cet appareil. 332
Nomb. II. Des appareils propres à démontrer que la matiere électrique eſt un véritable feu. 334

Premier appareil fait pour démontrer que la matiere électrique ſe manifeſte par des étincelles. 334
Uſage de cet appareil. ibid.
Second appareil. Vaiſſeau deſtiné à allumer de l'eſprit-de-vin par une étincelle électrique. 336
Uſage de cet appareil. ibid.
Inflammation & détonation de l'éther. 338
Rallumer une bougie par une étincelle électrique. 341
Troiſieme appareil. La batterie & le chaſſis pour l'inflammation de la poudre. 342
Uſage de cet appareil. 344
Nouvelle batterie. 346
NOMB. III. Des appareils néceſſaires pour faire obſerver les aigrettes électriques & autres phénomènes de même genre. 348
Premier appareil propre à faire obſerver des aigrettes. 350
Uſage de cet appareil. ibid.
Second appareil fait pour démontrer un point lumineux à l'extrémité d'une pointe. 351
Uſage de cet appareil. ibid.
Troiſieme appareil propre à démontrer l'effort que la matiere électrique fait en s'échappant par une pointe. 352
Uſage de cet appareil. ibid.
Quatrieme appareil pour le même effet. 353
Uſage de cet appareil. ibid.
Cinquieme appareil. Balancier chargé de poids, que la matiere électrique fait tourner. 354
Uſage de cet appareil. ibid.
Sixieme appareil. Artillerie électrique. ibid.

Uſage de cet appareil. 355
NOMB. IV. Des appareils faits pour juger de l'intenſité de la vertu électrique. 356
Premier appareil. Electromètre de M. Canton. 357
Uſage de cet appareil. 358
Second appareil. Electromètre de M. Lane. 359
Uſage de cet appareil. 360
Troiſieme appareil. Nouvel Electromètre. 362
Uſage de cet appareil. 363
Quatrieme appareil. Electromètre de M. Henley. 365
Uſage de cet appareil. ibid.
NOMB. V. Les appareils néceſſaires pour l'expérience de Leyde, & pour expliquer la théorie de cette expérience. 366
Premier appareil. Bouteille pour l'expérience de Leyde. 367
Uſage de cet appareil. 368
Second appareil. Le tableau magique. 370
Uſage de cet appareil. 371
Troiſieme appareil propre à démontrer de quelle maniere une bouteille ſe charge d'électricité. 373
Uſage de cet appareil. ibid.
Quatrieme appareil fait pour charger une bouteille de l'électricité qui s'échappe d'une autre. 376
Uſage de cet appareil. ibid.
Cinquieme appareil fait pour démontrer manifeſtement que la ſurface extérieure d'une bouteille ſe dépouille de ſa quantité naturelle d'électricité, lorſque ſa ſurface oppoſée en reçoit une doſe ſurabondante. 377
Uſage de cet appareil. 378
Sixieme appareil qui confirme la circulation de la ma-

tiere électrique relativement aux deux ſurfaces d'une bouteille. 378
Uſage de cet appareil. 379
Septieme appareil qui démontre le même phénomène d'une autre maniere. 381
Uſage de cet appareil. ibid.
Huitieme appareil fait pour démontrer que les deux ſurfaces de la bouteille de Leyde ſont dans deux états différens d'électricité. 387
Uſage de cet appareil. ibid.
Neuvieme appareil deſtiné à l'analyſe de la bouteille de Leyde. 388
Uſage de cet appareil. ibid.
NOMB. VI. Des appareils faits pour démontrer l'analogie entre la matiere électrique, celle du tonnerre & le magnétiſme. 390
Premier appareil pour démontrer que la matiere électrique étincelle dans toutes les ſolutions de continuité qu'elle rencontre dans un conducteur. 391
Uſage de cet appareil. ibid.
Second appareil. Glace pour imiter les éclairs. 392
Uſage de cet appareil. 393
Troiſieme appareil. Glace lumineuſe. 394
Uſage de cet appareil. 395
Quatrieme appareil qui démontre que la matiere électrique ſe fait jour à travers les corps. 396
Uſage de cet appareil. ibid.
Cinquieme appareil propre à fondre de l'or entre deux lames de verre, ſans les endommager. 397
Uſage de cet appareil. ibid.
Sixieme appareil fait pour démontrer les propriétés des pointes. 400

Uſage de cet appareil. 401
Septieme appareil fait pour démontrer l'utilité des conducteurs métalliques pour garantir les édifices de la foudre. 404
Uſage de cet appareil. 406
Huitieme appareil fait pour démontrer l'analogie entre l'électricité & le magnétiſme. 409
Uſage de cet appareil. ibid.
Nomb. VII. Des appareils deſtinés à faire obſerver les effets de l'électricité dans le vide. 410
Premier appareil. Tube vide d'air. 411
Uſage de cet appareil. ibid.
Second appareil. Vaiſſeau dans lequel le feu électrique ſe développe ſous la forme d'un cône lumineux. 412
Uſage de cet appareil. ibid.
Troiſieme appareil. Matras lumineux dans l'intérieur d'un récipient vide d'air. 413
Uſage de cet appareil. ibid.
Obſervation importante ſur cette expérience. 414
Quatrieme appareil. Jets de feu ſinguliers qui s'élancent d'une boule électriſée dans le vide. 415
Uſage de cet appareil. ibid.
Cinquieme appareil. Caſcade de feu électrique dans le vide, & éclairs. 416
Uſage de cet appareil. ibid.
Sixieme appareil. Autre caſcade plus belle que la précédente. 417
Uſage de cet appareil. ibid.
Septieme appareil. Cercle de métal qui produit un ſoleil électrique nébuleux à ſon centre. ibid.
Uſage de cet appareil. 418

Huitieme appareil. Même cercle qui repréſente un ſoleil lumineux en dehors & en dedans. 418
Uſage de cet appareil. 419
NOMB. VIII. Des appareils deſtinés aux applications qu'on peut faire de l'électricité. ibid.
Premier appareil fait pour démontrer l'accélération des liquides dans les vaiſſeaux des animaux électriſés. 420
Uſage de cet appareil. ibid.
Second appareil fait pour démontrer que l'air chargé cité rougit les teintures bleues & violettes des végétaux. 422
Uſage de cet appareil. ibid.
SUPPLÉMENT de l'Electrophore. 423
Appareil. Conſtruction de l'Electrophore. 424
Uſage de cet Appareil. 426
Maniere d'électriſer l'Electrophore. ibid.
Condition eſſentielle pour tirer une étincelle du conducteur de l'Electrophore. 428
SECT. XI. Appareils deſtinés aux expériences de l'Aimant. 433
Premier appareil fait pour démontrer l'action qu'exercent entre eux les poles de deux aimants. 437
Uſage de cet appareil. ibid.
Second appareil. Autre appareil pour le même effet. 438
Uſage de cet appareil. ibid.
Troiſieme appareil. Aimant artificiel en faiſceau. 440
Autre en fer-à-cheval. 441
Autre, fait de pluſieurs lames avec des armures. ibid.
Barreau magnétique. ibid.

Barreaux de M. Gnith. 442
Quatrieme appareil. La Bouſſole. 444
Uſage de cet appareil. 446
Cinquieme appareil. Aiguille d'inclinaiſon. 448
Uſage de cet appareil. 449
Sixieme appareil qui démontre que le magnétiſme ſe tranſmet à travers toutes ſortes de corps, à l'exception du fer. 450
Uſage de cet appareil. 451
Septieme appareil qui démontre l'action de l'aimant à travers la flamme. ibid.
Uſage de cet appareil. ibid.

Fin de la Table des Matieres.

APPROBATION.

J'AI lu, par ordre de Monſeigneur le Garde des Sceaux, un Ouvrage qui a pour titre, *Deſcription & uſage d'un Cabinet de Phyſique, nouvelle édition, avec des augmentations, par M. Sigaud de la Fond.* Cette nouvelle édition eſt une amélioration d'un bon Ouvrage, & ne contient rien qui doive en empêcher l'impreſſion.

LE BEGUE DE PRESLE.

A Paris, ce 25 Avril 1784.

PRIVILEGE DU ROI.

LOUIS, par la grâce de Dieu, Roi de France & de Navarre : A nos amés & féaux Conſeillers, les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand-Conſeil, Prévôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra : SALUT. Notre amé le ſieur SIGAUD DE LAFOND, Nous a fait expoſer qu'il deſireroit faire imprimer & donner au Public *un Ouvrage de ſa compoſition intitulé, Deſcription & uſage d'un Cabinet de Phyſique, nouvelle édition, avec augmentation* ; s'il Nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de Privilége pour ce néceſſaires. A ces cauſes, voulant favorablement traiter l'Expoſant, Nous lui avons permis & permettons de faire imprimer ledit Ouvrage autant de fois que bon lui ſemblera, & de le vendre, faire vendre par tout notre Royaume, Voulons qu'il jouiſſe de l'effet du préſent Privilége, pour lui & ſes hoirs à perpétuité, pourvu qu'il ne le rétrocede à perſonne ; & ſi cependant il jugeoit à propos d'en faire une ceſſion, l'Acte qui la contiendra ſera enregiſtré en la Chambre Syndicale de Paris, à peine de nullité, tant du Privilége que de la ceſſion ; & alors par le fait ſeul de la ceſſion enregiſtrée, la durée du préſent Privilége ſera réduite à celle de la vie de l'Expoſant, ou à celle de dix années à compter de ce jour, ſi l'Expoſant décede avant l'expiration deſdites dix années. Le tout conformément aux articles IV & V de l'Arrêt du Conſeil du 30 Août 1777, portant Réglement ſur la durée des Privilèges en Librairie. Faiſons défenſes à tous Imprimeurs, Libraires & autres perſonnes, de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire

d'impreſſion étrangere dans aucun lieu de notre obéiſſance ; Comme auſſi d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire ledit Ouvrage ſous quelque prétexte que ce puiſſe être, ſans la Permiſſion expreſſe & par écrit dudit Expoſant, ou de celui qui le repréſentera, à peine de ſaiſie & de confiſcation des exemplaires contrefaits, de ſix mille livres d'amende, qui ne pourra être modérée pour la premiere fois, de pareille amende & de déchéance d'état en cas de récidive, & de tous dépens, dommages & intérêts, conformément à l'Arrêt du Conſeil du 30 Août 1777, concernant les contrefaçons. A la charge que ces Préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles ; que l'impreſſion dudit Ouvrage ſera faite dans notre Royaume & non ailleurs, en beau papier & beaux caracteres ; conformément aux Réglemens de la Librairie, à peine de déchéance du préſent Privilége : qu'avant de l'expoſer en vente, le manuſcrit qui aura ſervi de copie à l'impreſſion dudit Ouvrage, ſera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier, Garde-des-Sceaux de France, le ſieur HUE DE MIROMESNIL, Commandeur de nos Ordres ; qu'il en ſera enſuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliotheque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier, Chancelier de France, le ſieur DE MAUPEOU, & un dans celle dudit ſieur HUE DE MIROMESNIL : le tout à peine de nullité des Préſentes, du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Expoſant & ſes hoirs pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie des Préſentes, qui ſera imprimée tout au long, au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, ſoit tenue pour duement ſignifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conſeillers-Secrétaires foi ſoit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huiſſier ou Sergent ſur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles, tous actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion & nonobſtant clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraires. Car tel eſt notre plaiſir. Donné à Paris, le neuvieme jour du mois de Juin, l'an de grâce mil ſept cent quatre-vingt-quatre, & de notre regne le onzieme. Par le Roi en ſon Conſeil,

LE BEGUE.

Regiſtré ſur les Regiſtre XXII de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, n°. 3171, fol. 113, conformément aux diſpoſitions énoncées dans le préſent Privilége, & à la charge de remettre à ladite Chambre les huit Exemplaires preſcrits par l'article CVIII du Réglement de 1723. A Paris, le 15 Juin 1784.

BERTON, *Adjoint.*

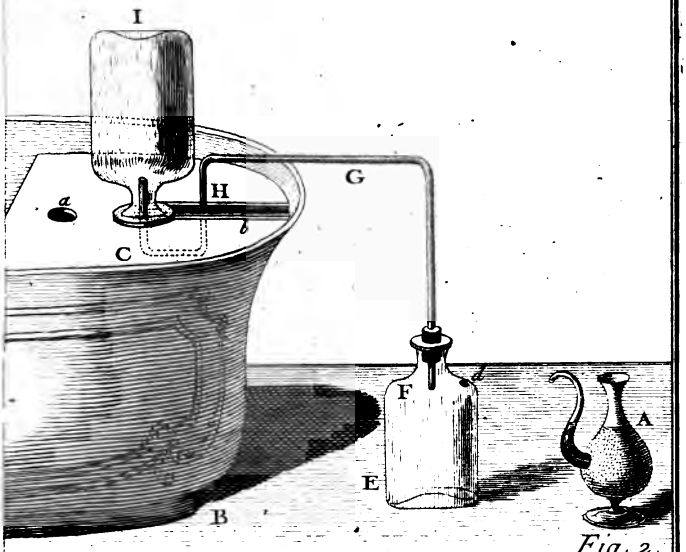


Fig. 2.

Sellier Sculp.

d'impreſſion étrangere dans aucun lieu de notre obéiſſance ; Comme auſſi d'inprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire ledit Ouvrage ſous quelque prétexte que ce puiſſe être, ſans la Permiſſion expreſſe & par écrit dudit Expoſant, ou de celui qui le repréſentera, à peine de ſaiſie & de confiſcation des exemplaires contrefaits, de ſix mille livres d'amende, qui ne pourra être modérée pour la premiere fois, de pareille amende & de déchéance d'état en cas de récidive, & de tous dépens, dommages & intérêts, conformément à l'Arrêt du Conſeil du 30 Août 1777, concernant les contrefaçons. A la charge que ces Préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles ; que l'impreſſion dudit Ouvrage ſera faite dans notre Royaume & non ailleurs, en beau papier & beaux caracteres ; conformément aux Réglemens de la Librairie, à peine de déchéance du préſent Privilége : qu'avant de l'expoſer en vente, le manuſcrit qui aura ſervi de copie à l'impreſſion dudit Ouvrage, ſera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier, Garde-des-Sceaux de France, le ſieur HUE DE MIROMESNIL, Commandeur de nos Ordres ; qu'il en ſera enſuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliotheque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier, Chancelier de France, le ſieur DE MAUPEOU, & un dans celle dudit ſieur HUE DE MIROMESNIL : le tout à peine de nullité des Préſentes, du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Expoſant & ſes hoirs pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie des Préſentes, qui ſera imprimée tout au long, au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, ſoit tenue pour duement ſignifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conſeillers-Secrétaires foi ſoit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huiſſier ou Sergent ſur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles, tous actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion & nonobſtant clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraires. Car tel eſt notre plaiſir. Donné à Paris, le neuvieme jour du mois de Juin, l'an de grâce mil ſept cent quatre-vingt-quatre, & de notre regne le onzieme. Par le Roi en ſon Conſeil,

LE BEGUE.

Regiſtré ſur les Regiſtre XXII de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, n°. 3172, fol. 113, conformément aux diſpoſitions énoncées dans le préſent Privilége, & à la charge de remettre à ladite Chambre les huit Exemplaires preſcrits par l'article CVIII du Réglement de 1723. A Paris, le 15 Juin 1784.

BERTON, *Adjoint.*

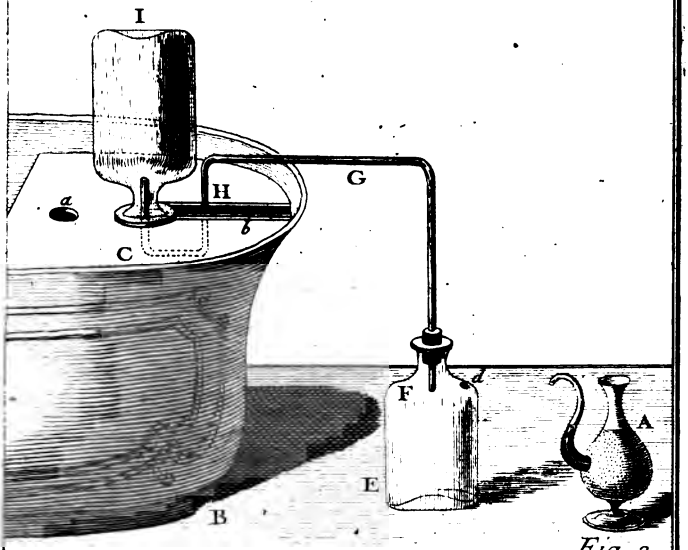
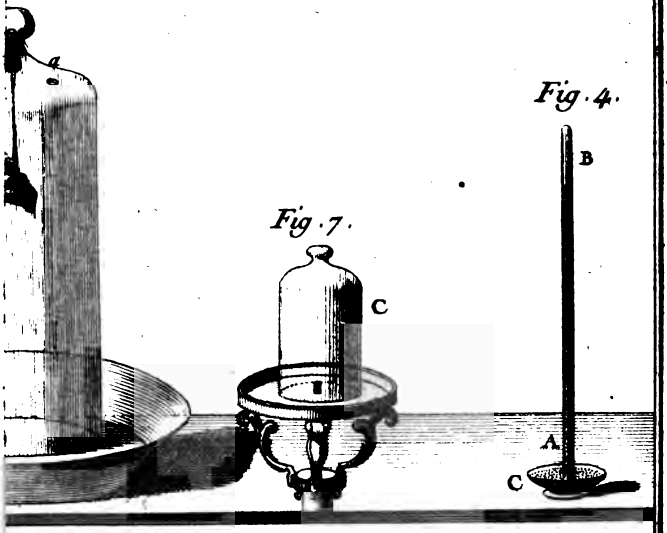
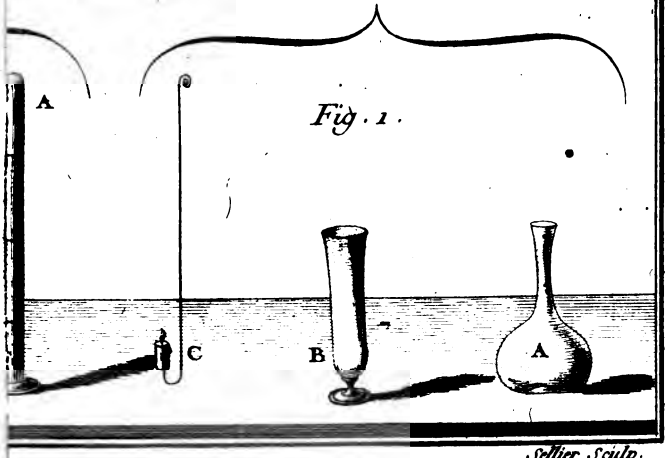


Fig. 2.

Sellier Sculp.

2.





Sellier Sculp.

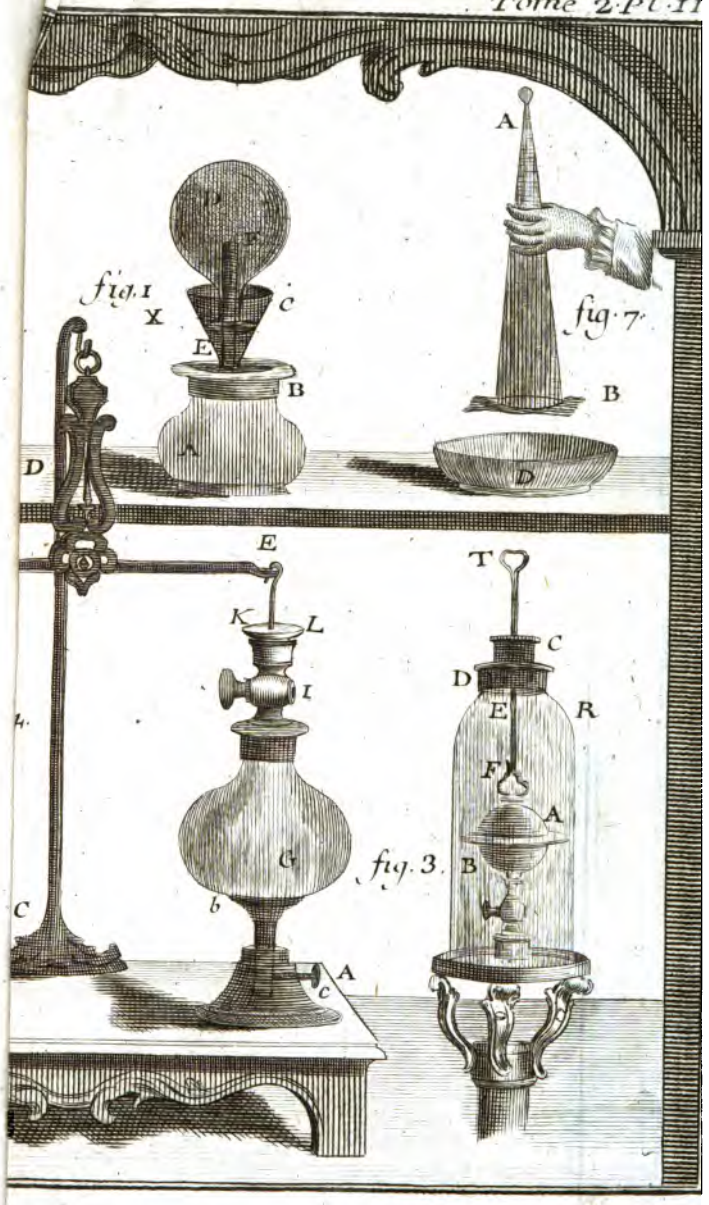


fig. 1
X
c
E
B
A
D
fig. 7.
A
B
D
E
K
L
I
G
b
C
A
c
fig. 3.
T
C
D
E
R
F
A
B

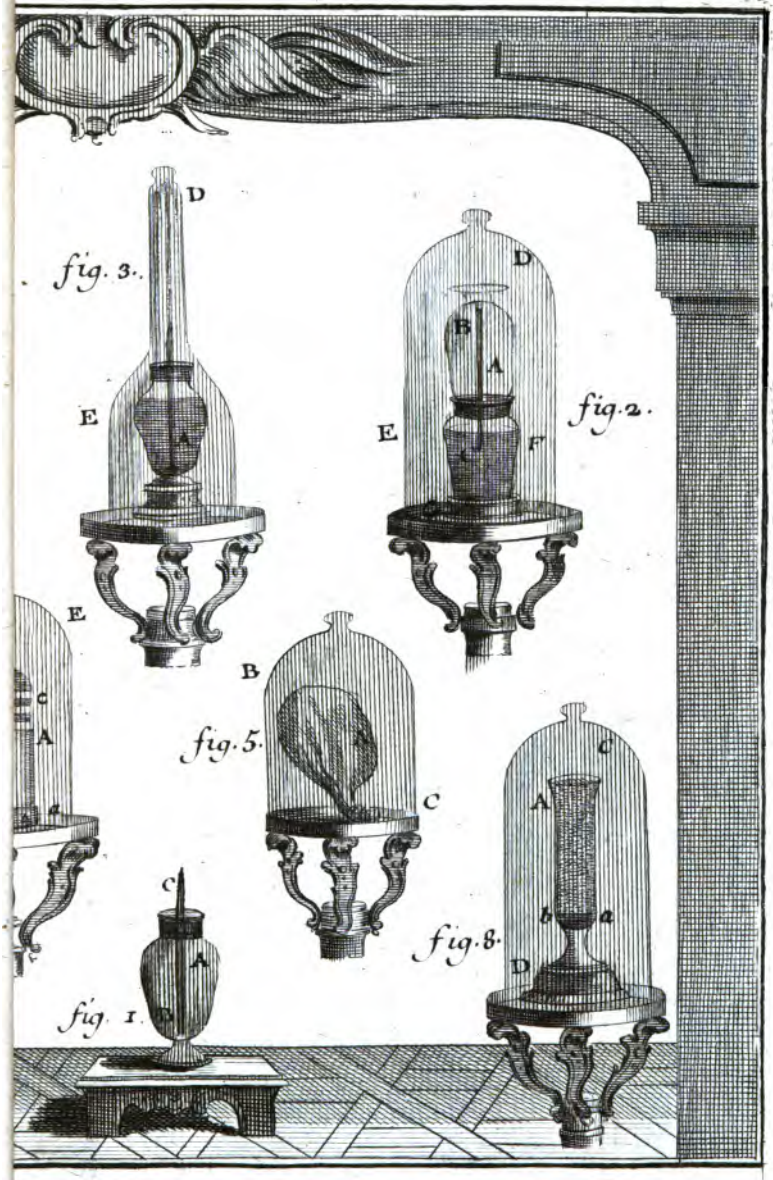
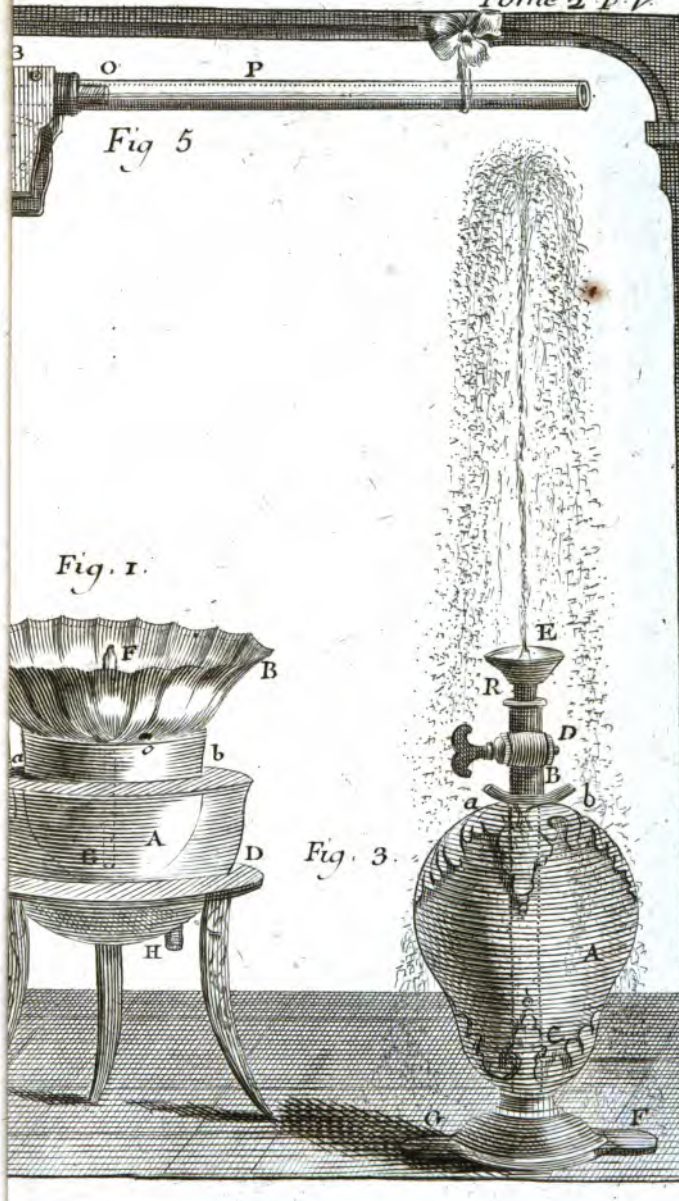
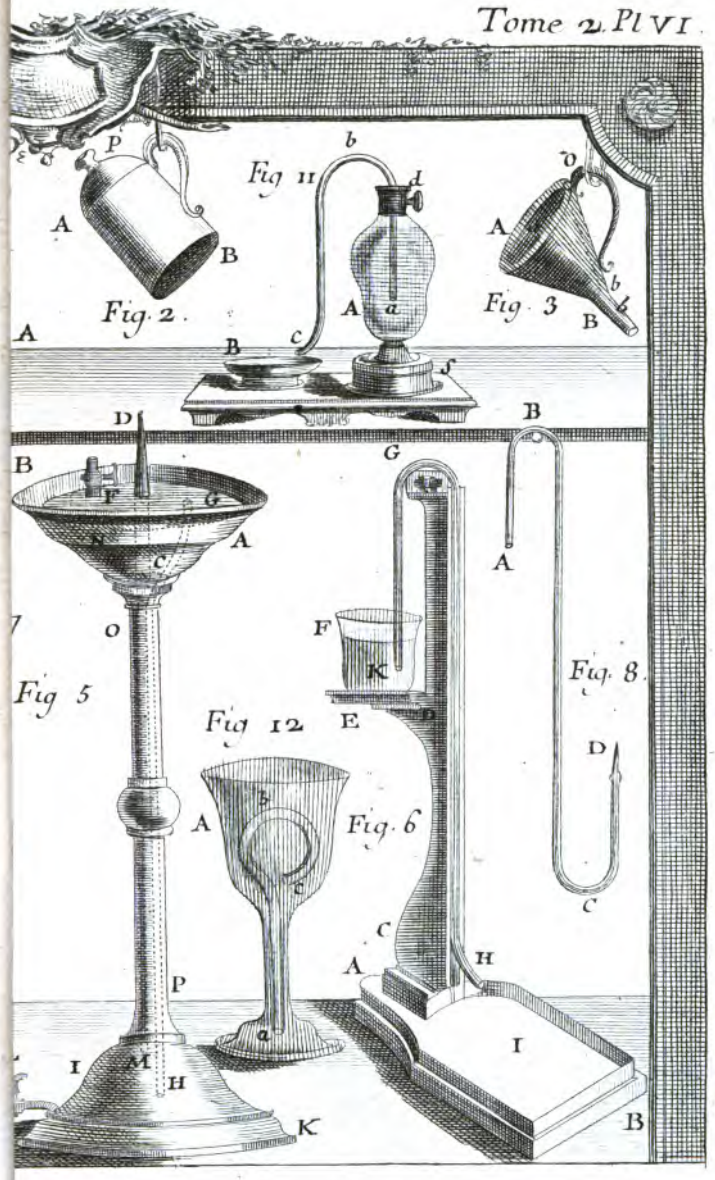
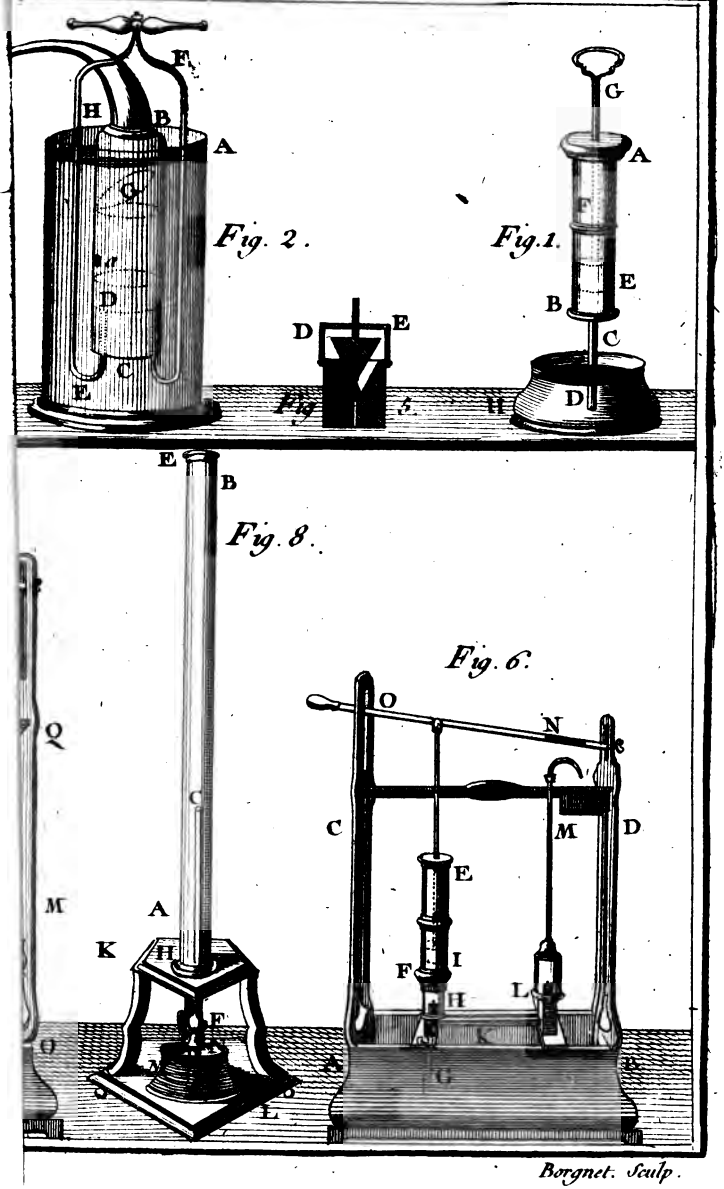


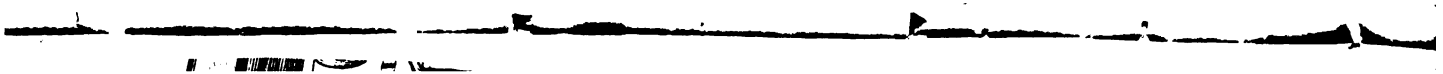
fig. 3.
D
E
E
fig. 2.
D
B
A
E
F
B
fig. 5.
C
C
A
a
C
A
b
a
D
fig. 8.
C
A
B
fig. 1.

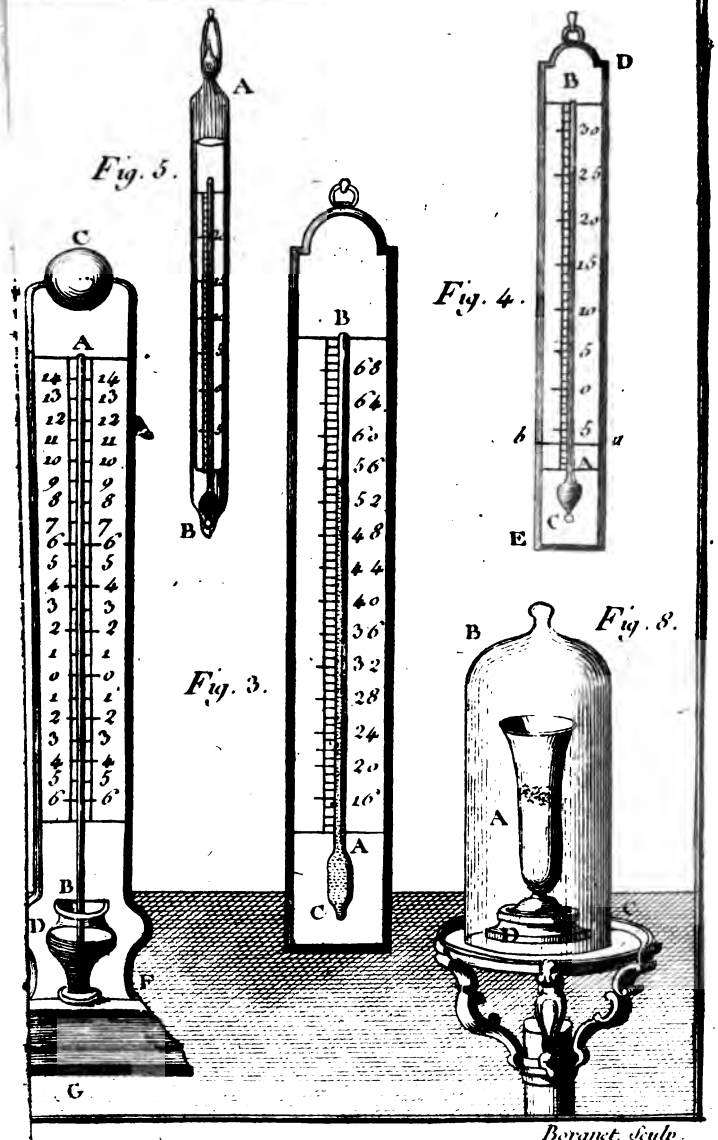

B
O
P
Fig 5
Fig. 1.
F
B
b
a
A
D
H
Fig. 3.
E
R
D
B
a
b
A
C
F


P
A
B
Fig. 2.
b
d
Fig 11
A
a
B
c
f
A
D
B
F
G
A
C
O
Fig 5
I
M
H
K
G
F
K
E
Fig 12
A
b
c
a
Fig. 6
C
A
H
I
B
B
A
Fig. 8
D
C
v
A
b
b
B
Fig. 3

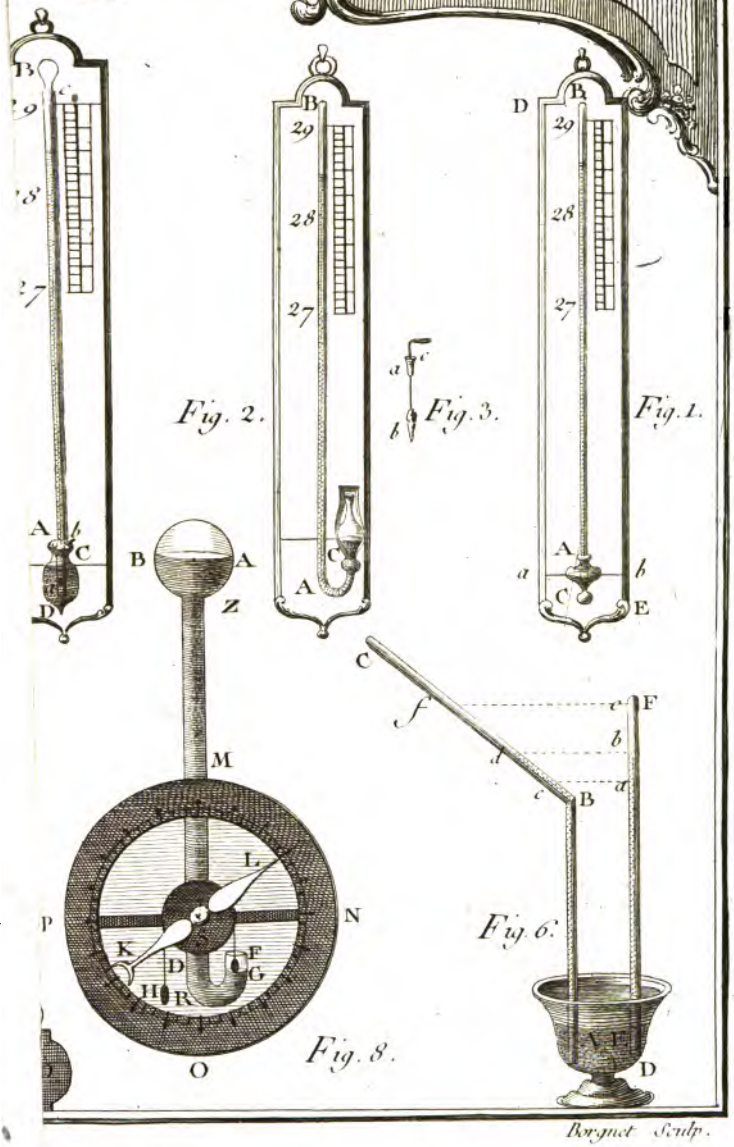


Borgnet. Sculp.

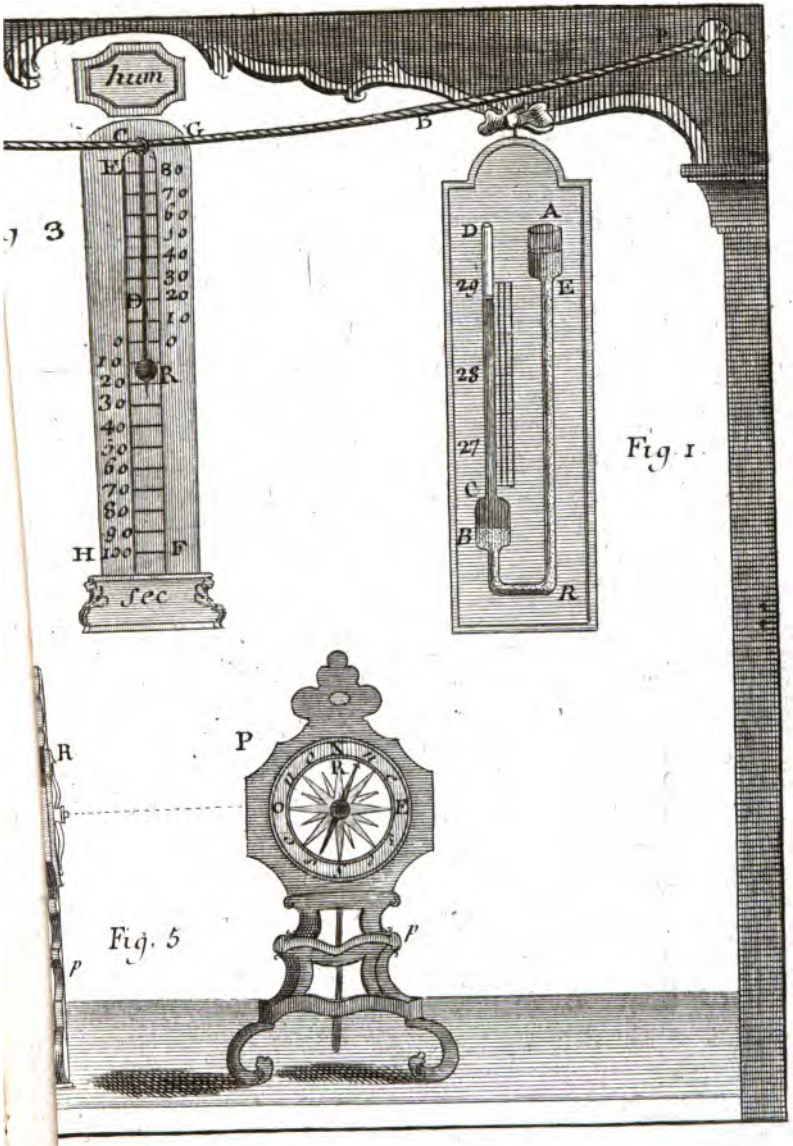




Borgnet. sculp.



Borgnet Sculp.


hum
C
G
B
E
F
D
R
H
sec
A
D
E
C
B
R
Fig. 1
P
R
Fig. 5

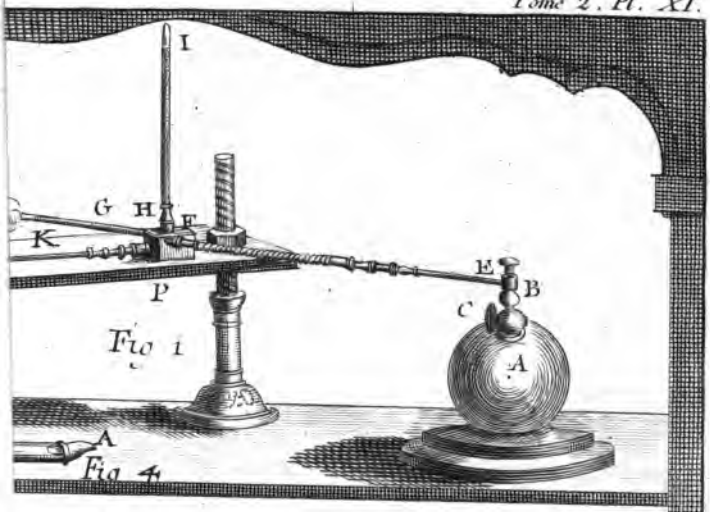
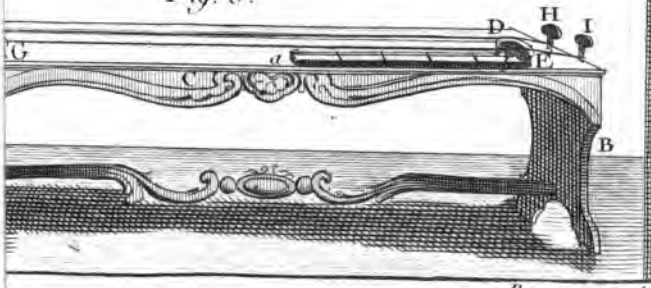


Fig 1

Fig 4

Fig. 2.

Fig. 6.



Borgnet. Sculp.

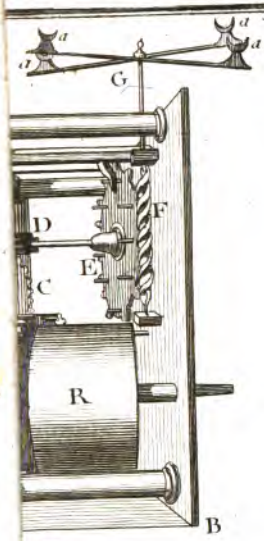


Fig. 1.

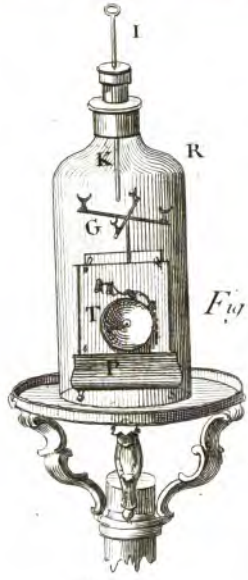
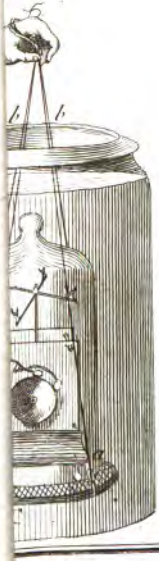


Fig. 2.



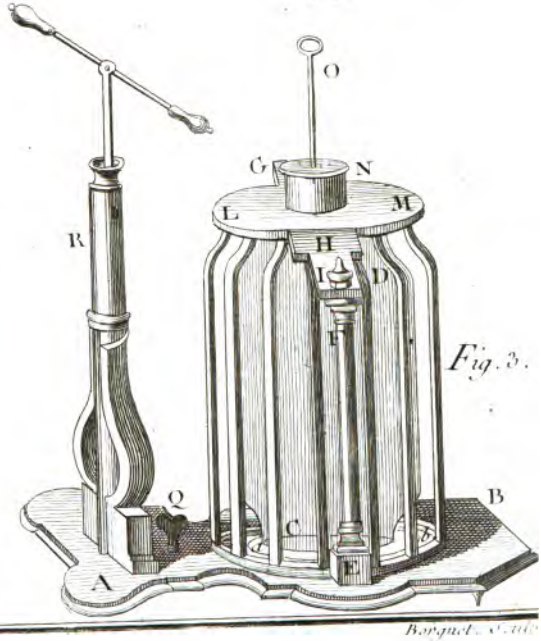


Fig. 3.

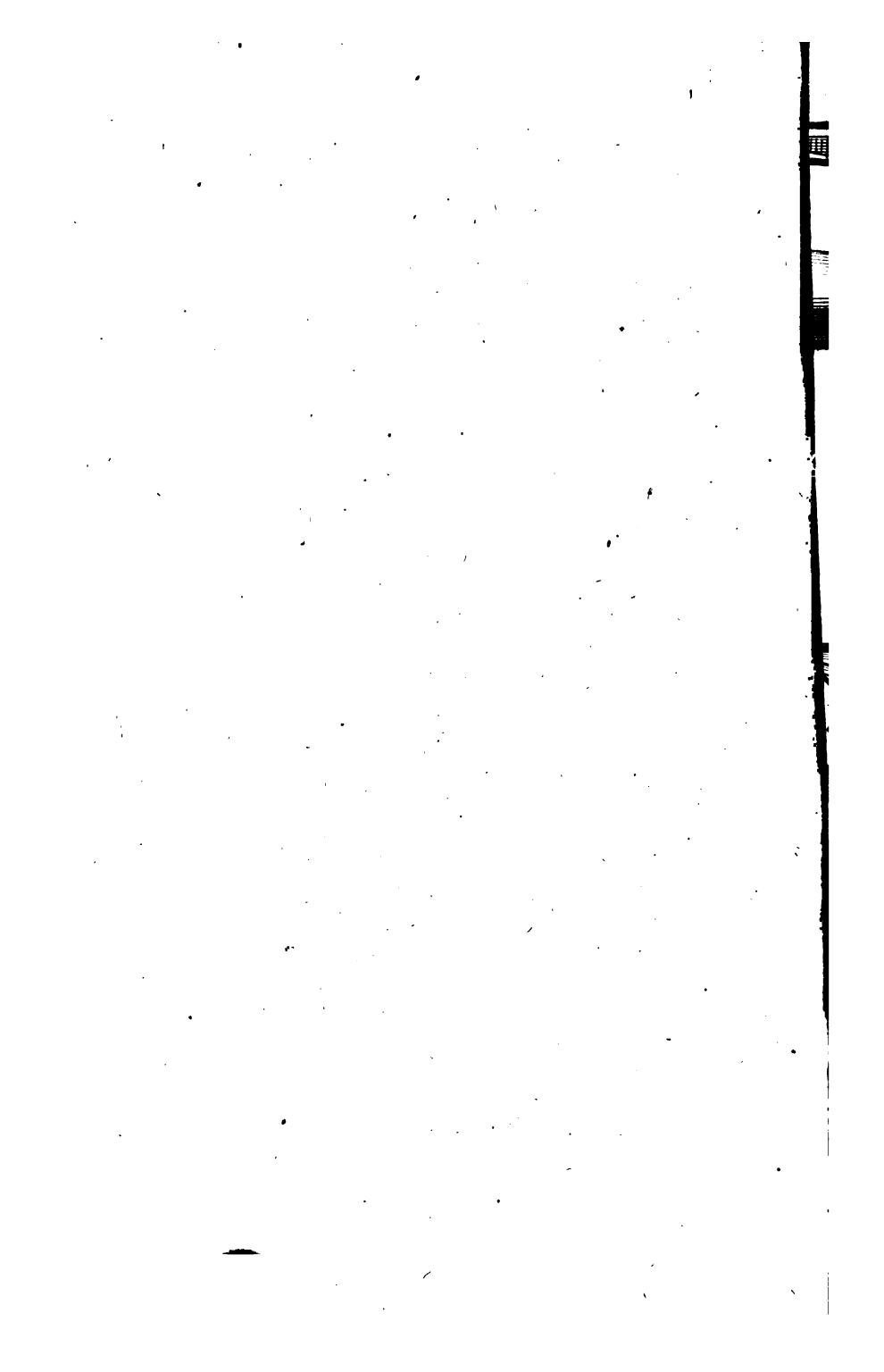


Fig. 1.

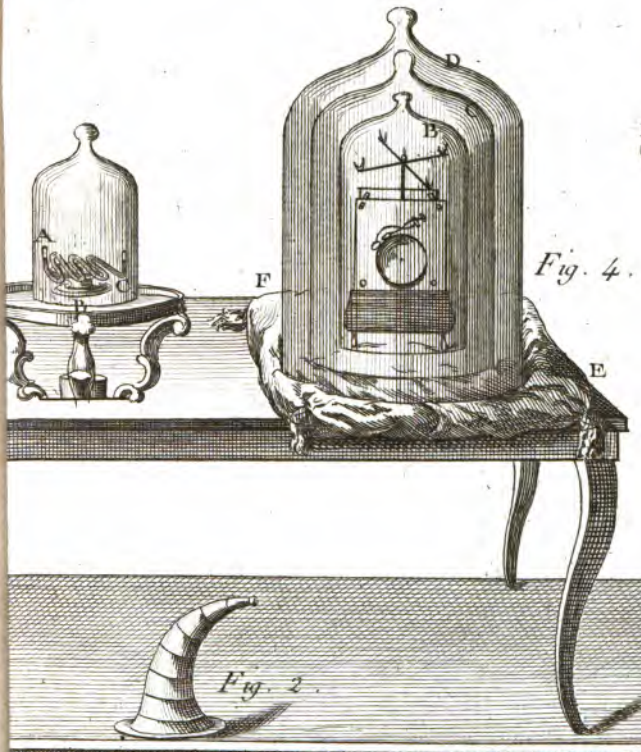


Fig. 4.

Fig. 2.

Borgnet. Sculp.

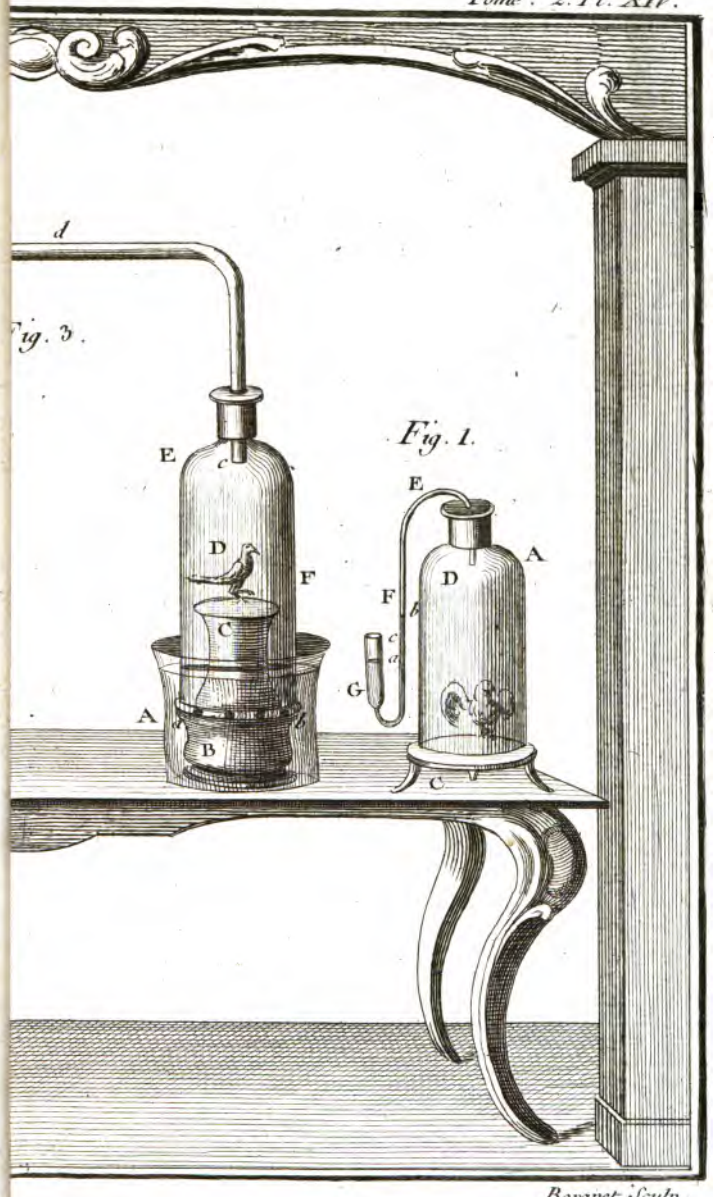
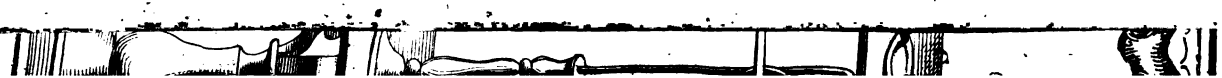
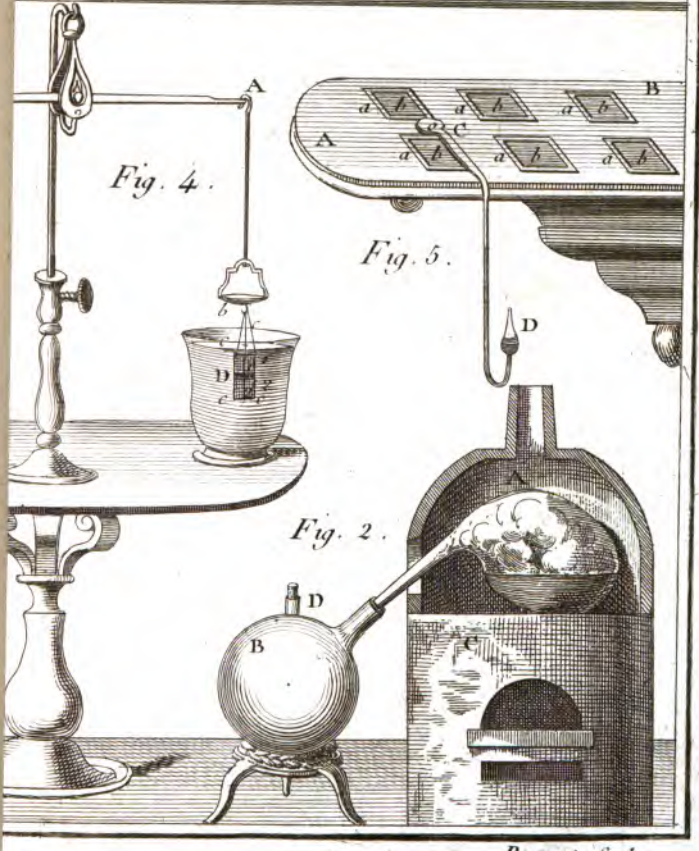


Fig. 3.

Borgnet. Sculp.





Borgnet. Sculp.

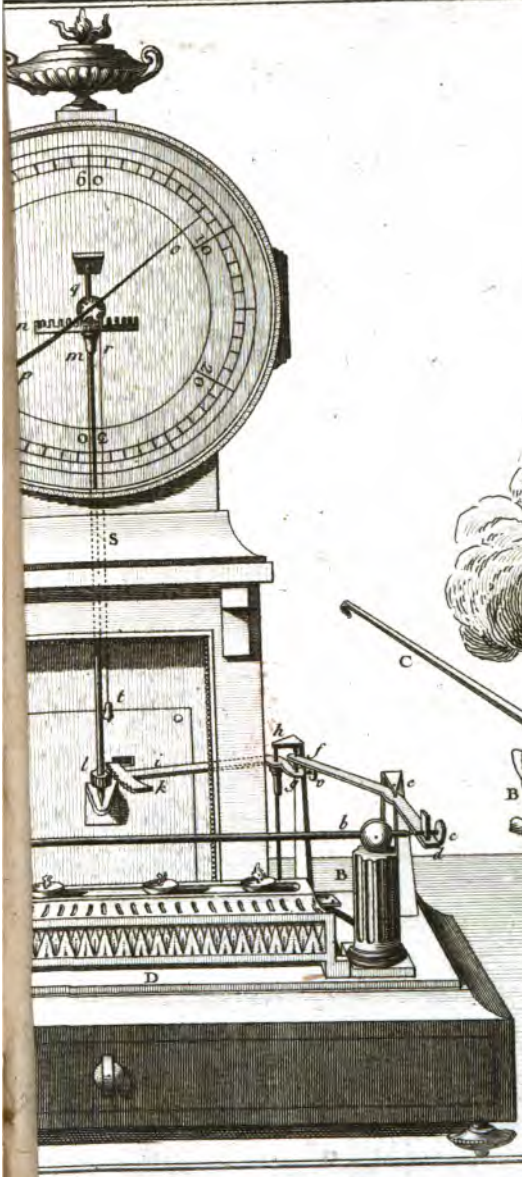


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 4.

Sellier Sculp.

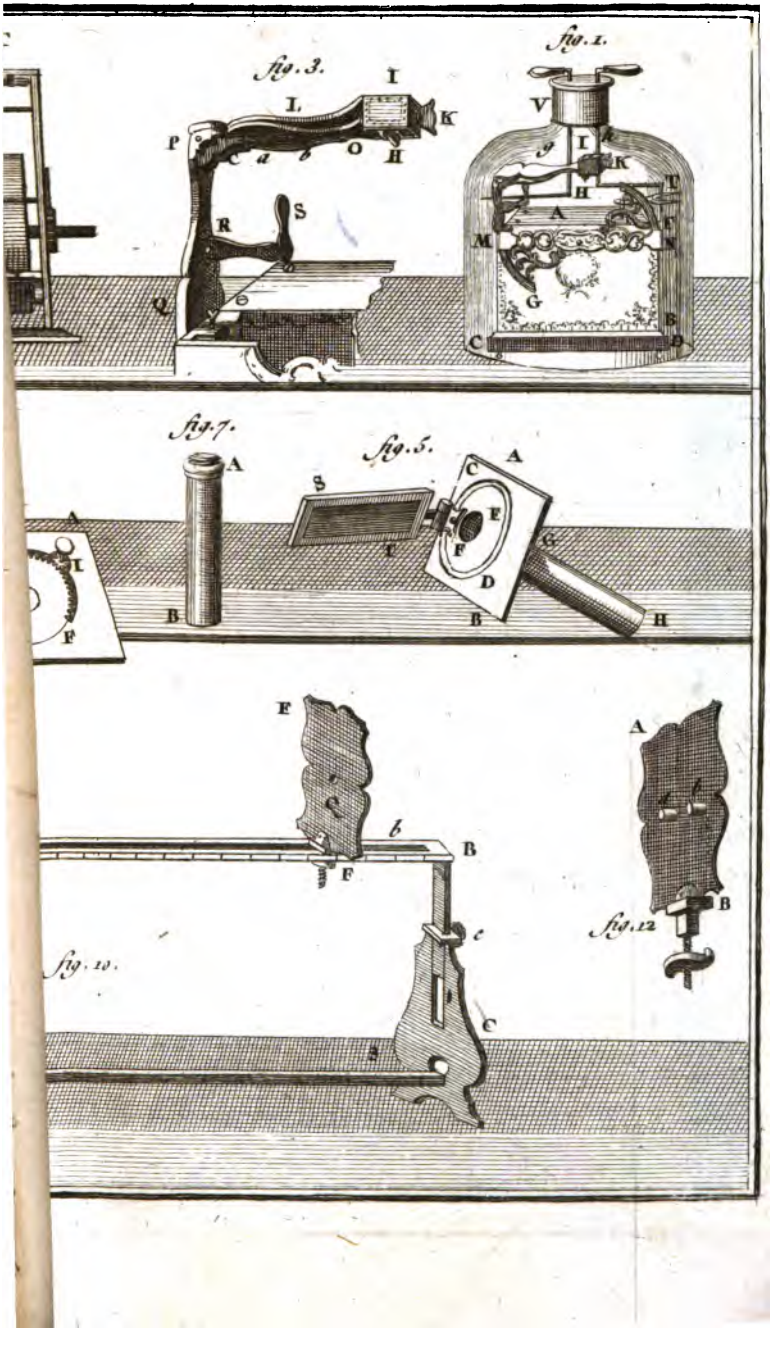


fig. 1.
fig. 3.
fig. 7.
fig. 5.
fig. 10.
fig. 12

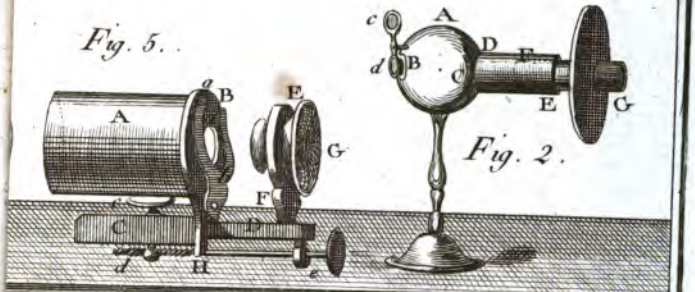
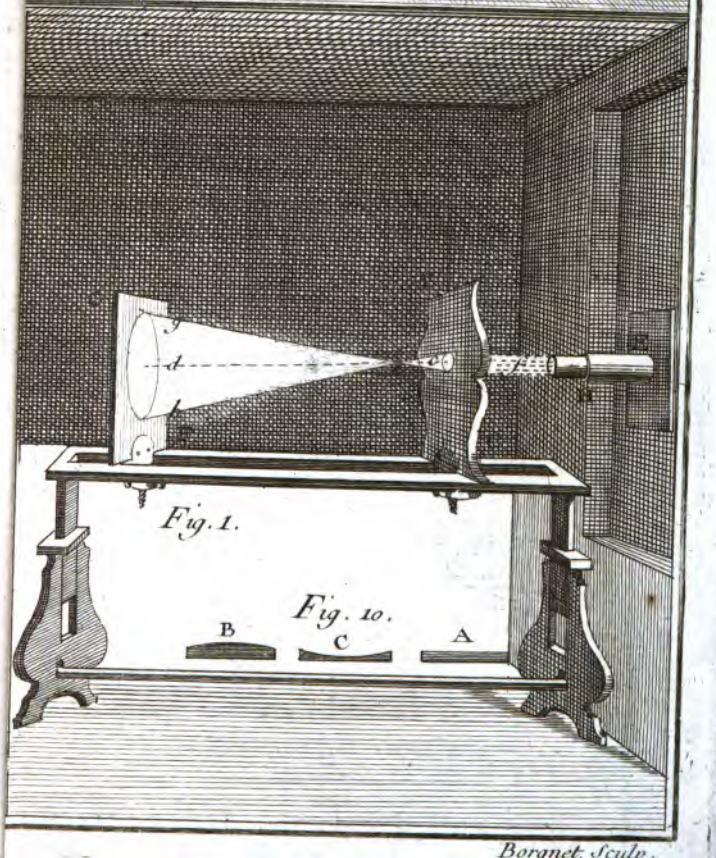
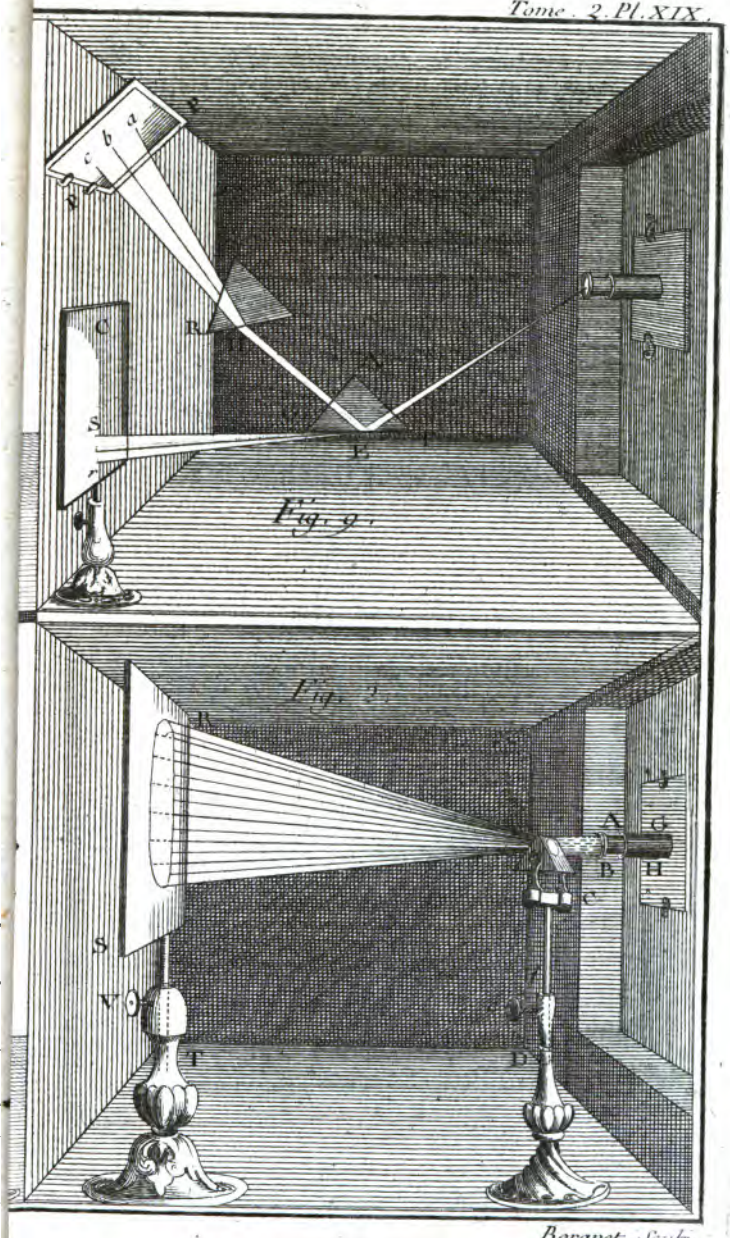


Fig. 2.



Borgnet. Sculp.



Borgnet Sculp.

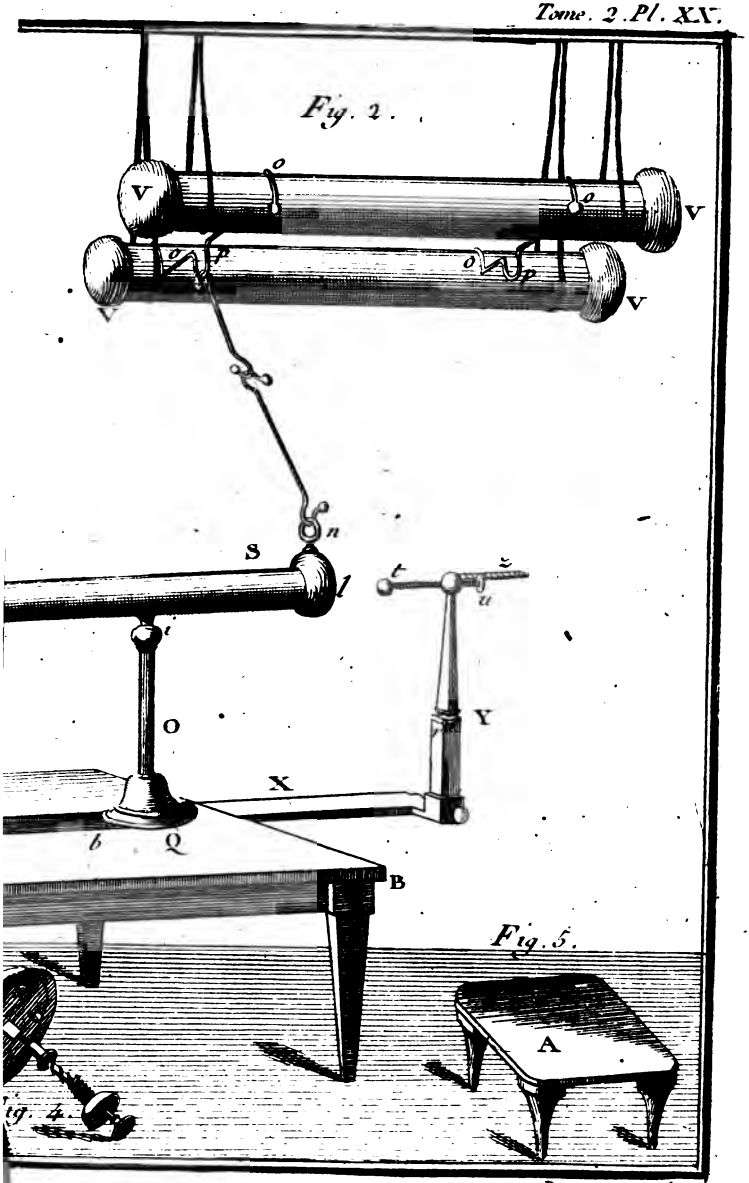
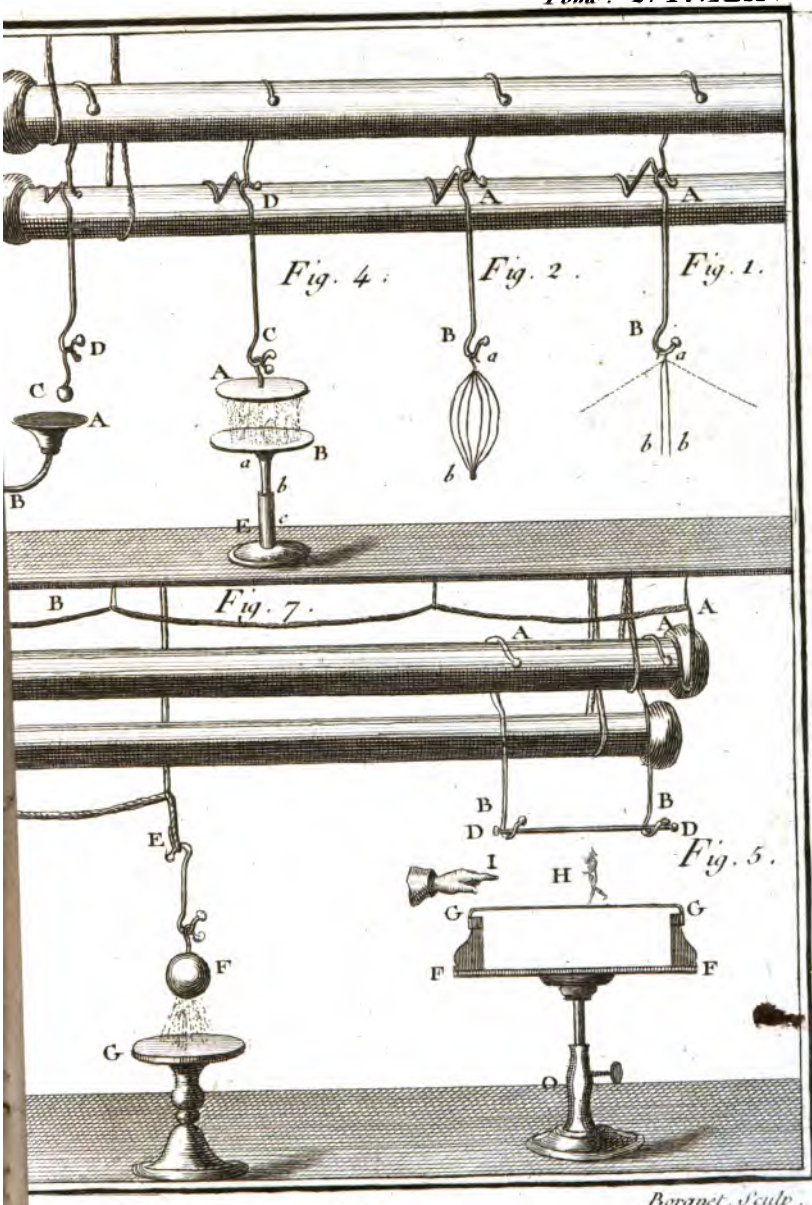
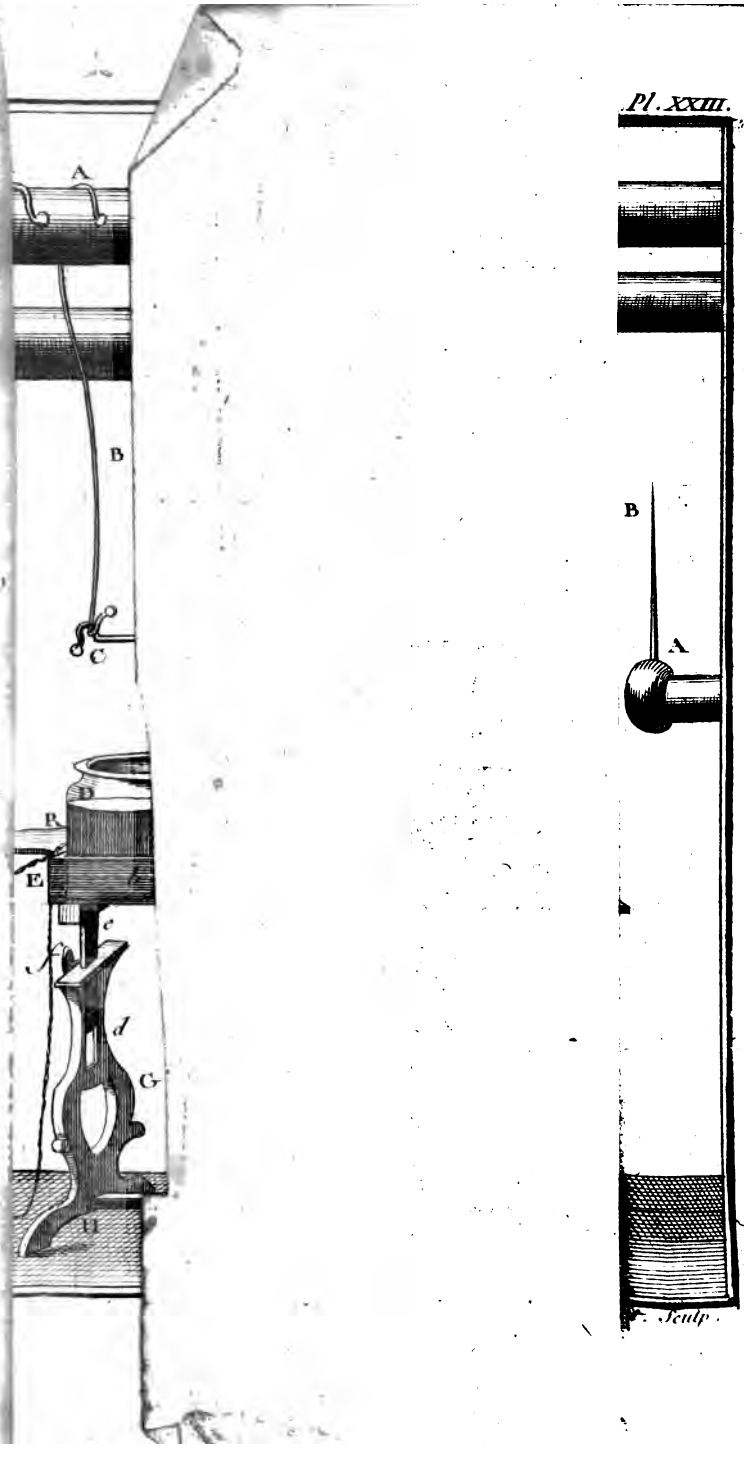


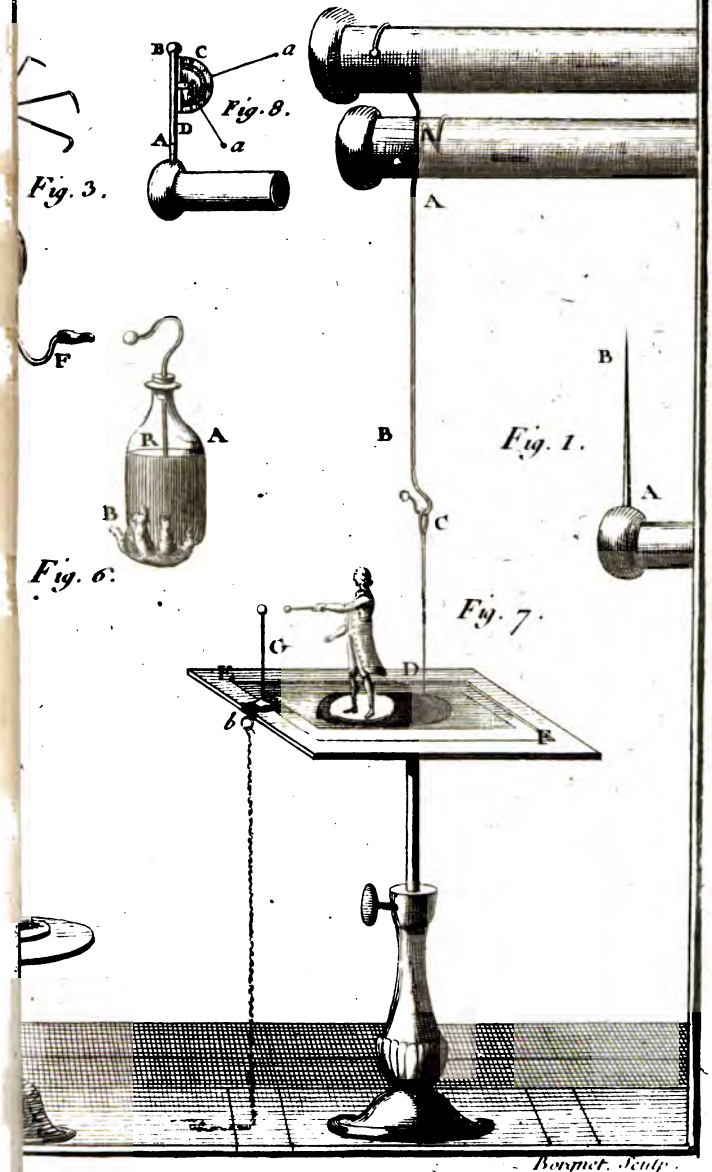
Fig. 2.
V
o
o
V
V
o
p
o
p
V
n
S
l
t
u
z
Y
O
X
b
Q
B
Fig. 5.
A
Borguet. Sculp.



Borgnet. Sculp.

Pl. XXIII.




B
C
a
D
A
a
Fig. 8.
Fig. 3.
N
A
F
R
A
B
Fig. 6.
B
C
B
A
Fig. 1.
Fig. 7.
G
D
b
E
Boyvet. Sculp.

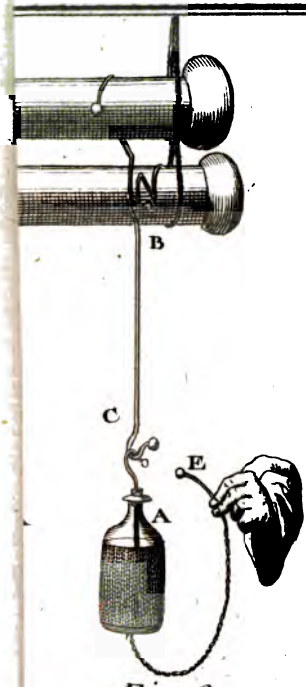


Fig. 8.

Fig. 2.

Fig. 10.

Fig. 1.

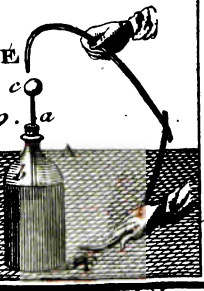
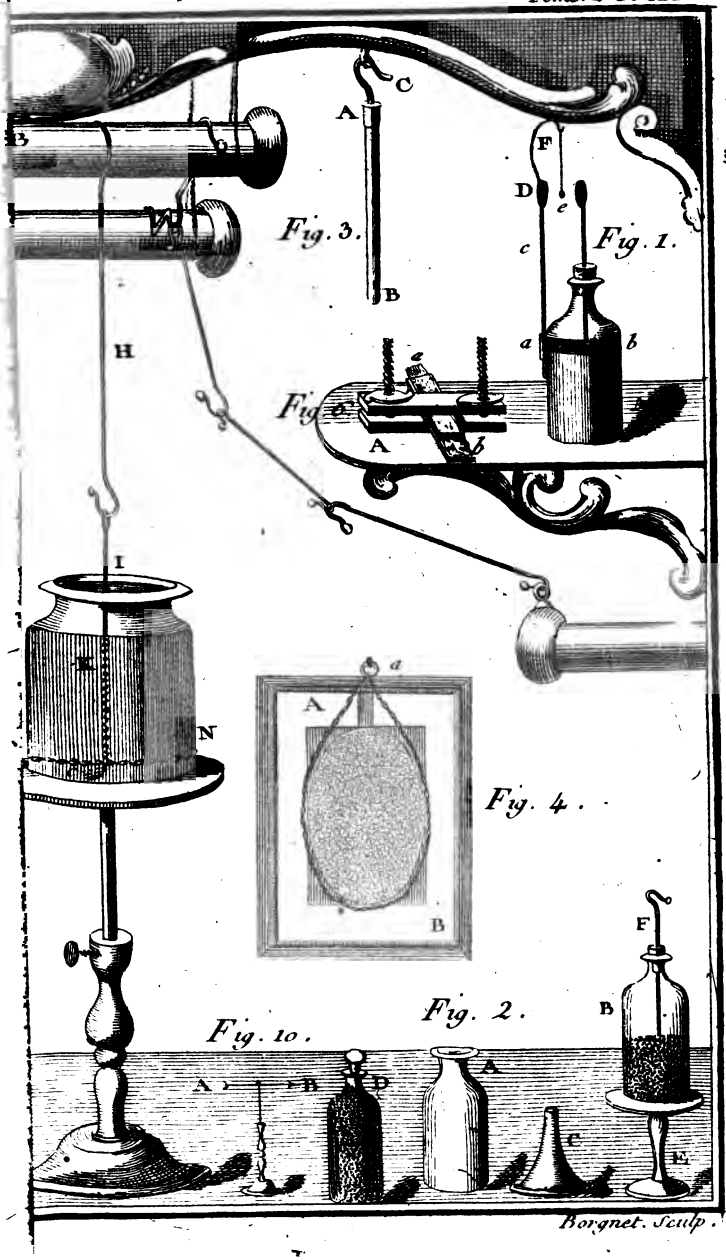
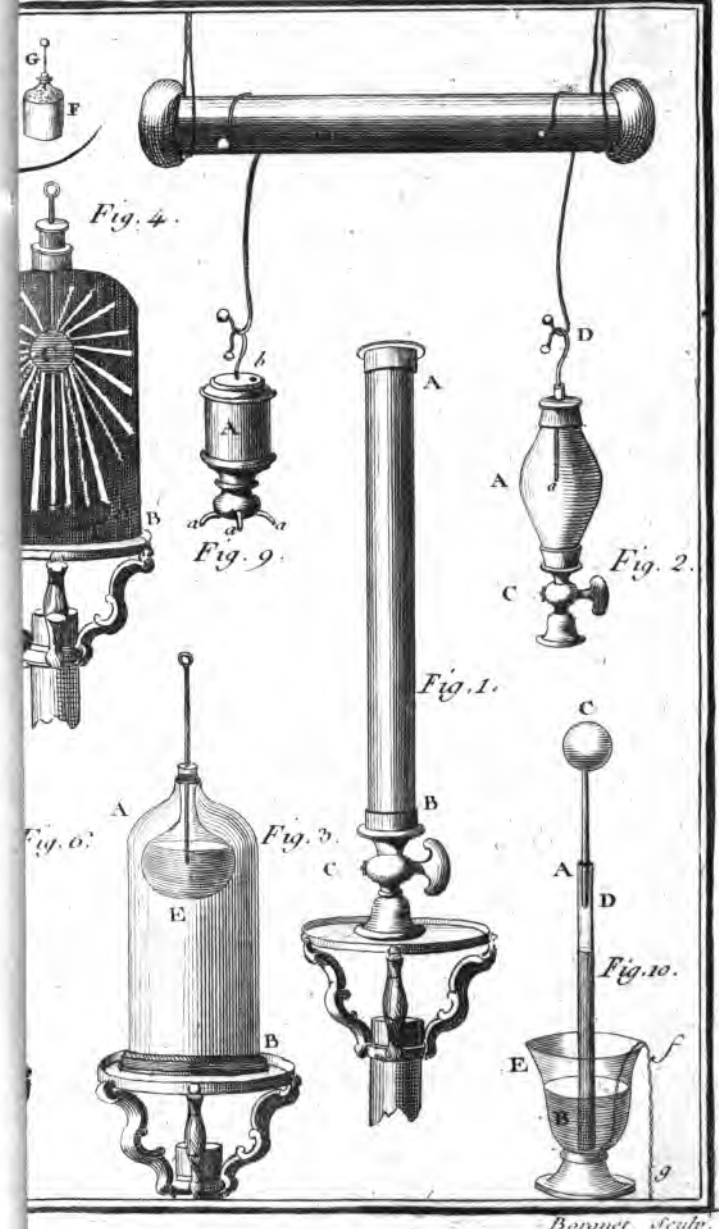


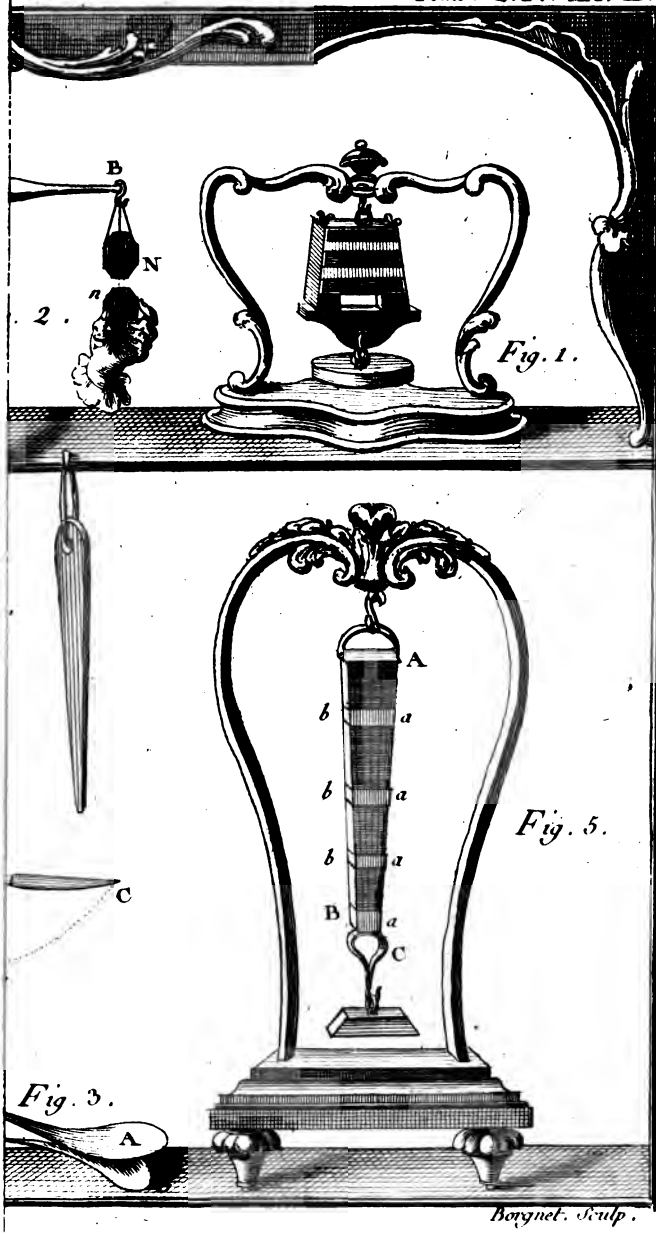
Fig. 9.

Borgnet. Sculp.



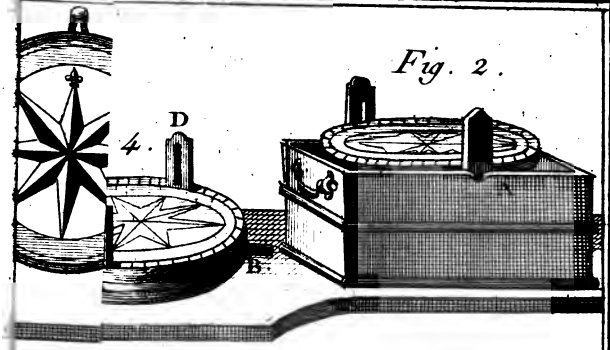
Borgnet. Sculp.


G
F
Fig. 4.
B
b
A
a a a
Fig. 9.
A
Fig. 1.
B
C
D
A
a
C
Fig. 2.
A
E
B
Fig. 6.
A
Fig. 3.
B
C
C
A
D
Fig. 10.
E
f
B
g



Borgnet. Sculp.

Fig. 2.



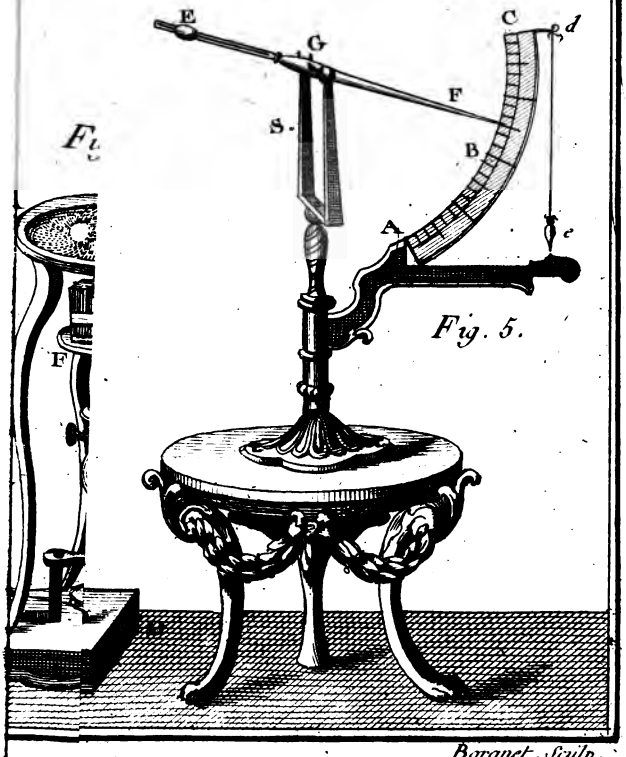


Fig. 5.

Borgnet . Sculp .